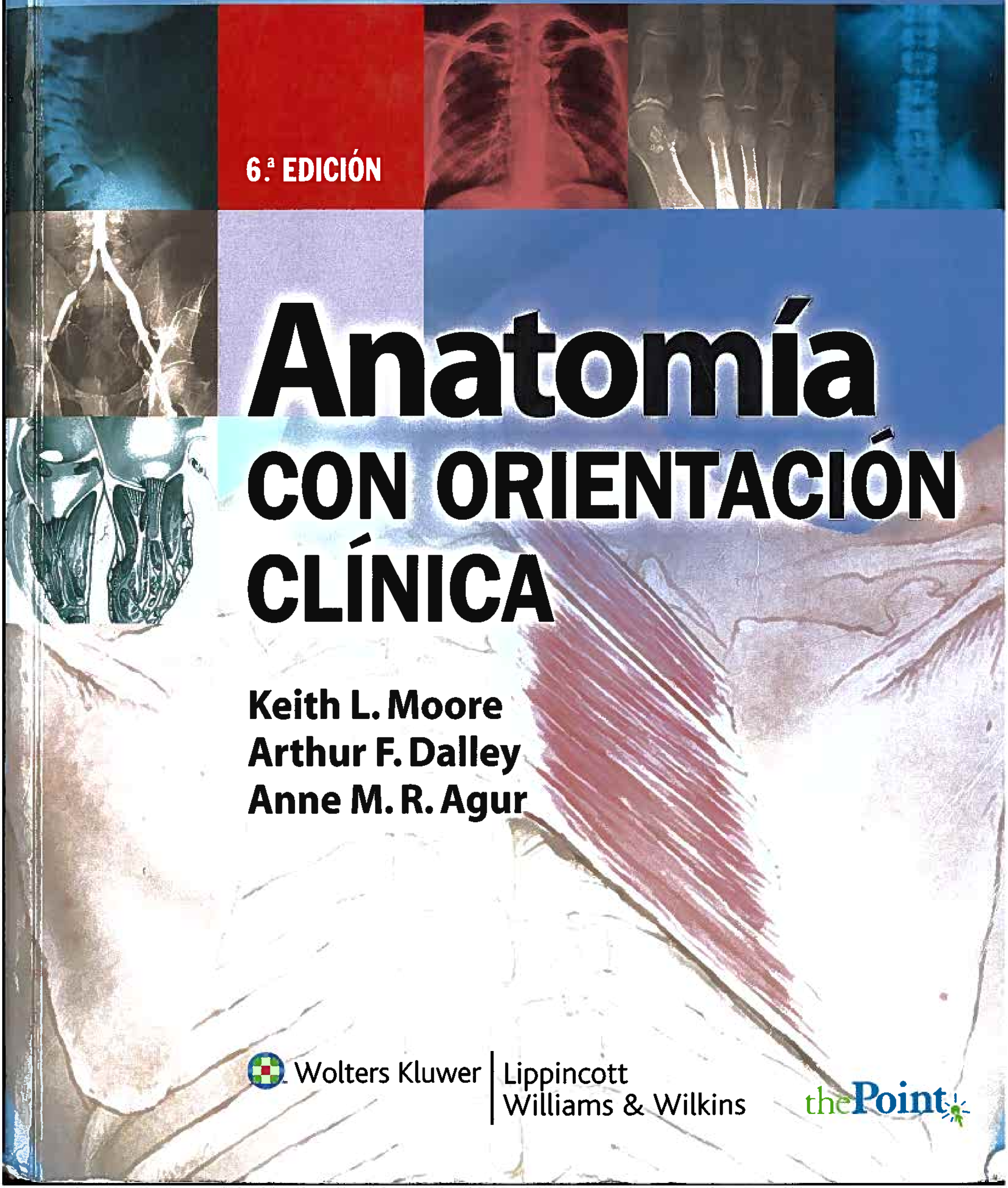


6.ª EDICIÓN

Anatomía
CON ORIENTACIÓN CLÍNICA

Keith L. Moore
Arthur F. Dalley
Anne M. R. Agur

Wolters Kluwer | Lippincott Williams & Wilkins

thePoint

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

Andrea Mazú

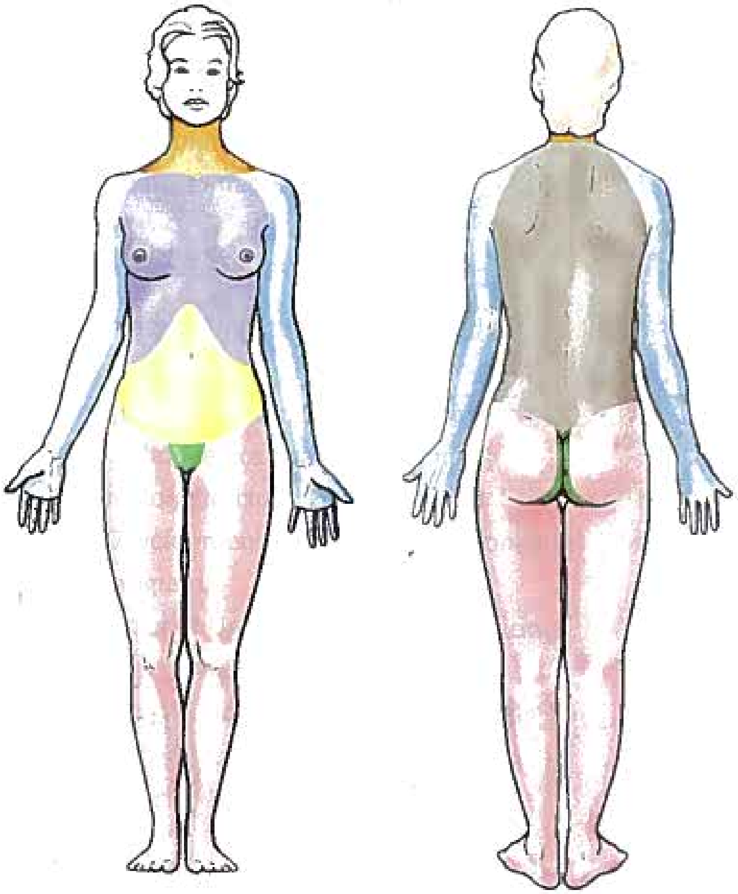
Anatomía
CON ORIENTACIÓN CLÍNICA

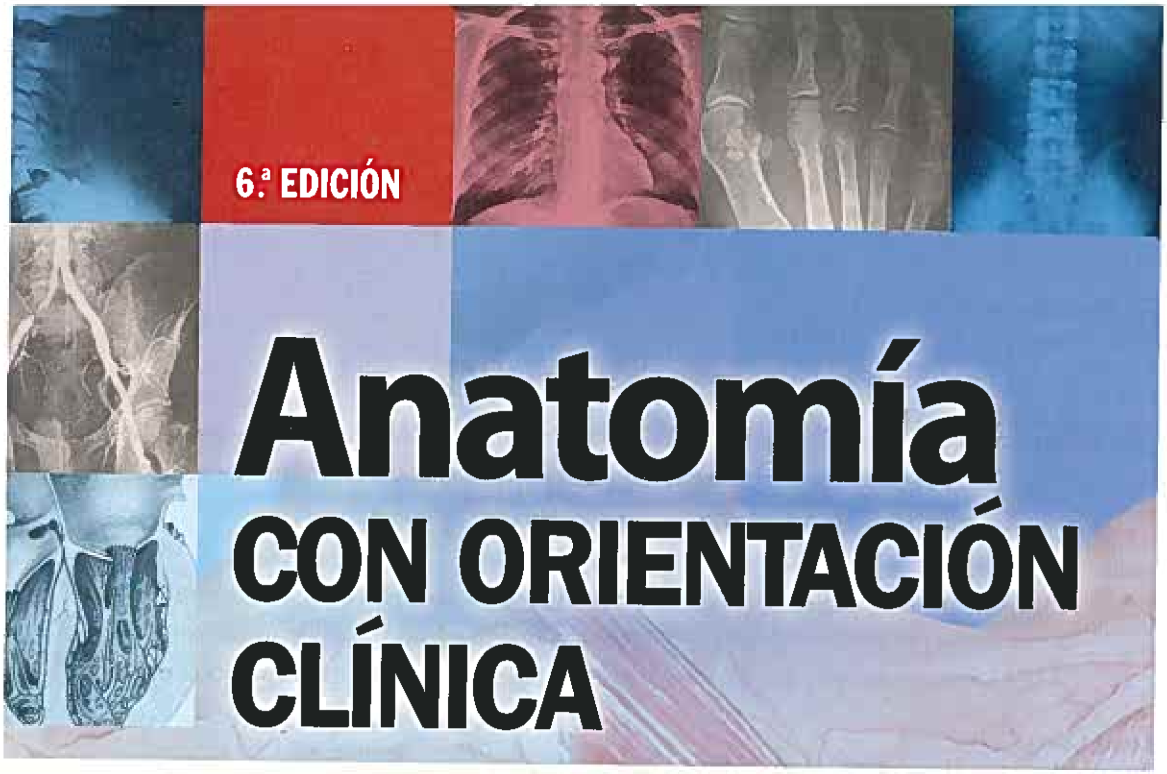
6.ª EDICIÓN

Introducción
1 Tórax
2 Abdomen
3 Pelvis y periné
4 Dorso
5 Miembro inferior
6 Miembro superior
7 Cabeza
8 Cuello
9 Nervios craneales

Clave Partes principales del cuerpo

☐ Cabeza
🟧 Cuello
🟪 Tórax
🟫 Dorso
☐ Abdomen
🟩 Pelvis y periné
▨ Miembro inferior
🟦 Miembro superior





6.ª EDICIÓN

Anatomía
CON ORIENTACIÓN CLÍNICA

Keith L. Moore, Ph.D., F.I.A.C., F.R.S.M., F.A.A.A.

Professor Emeritus in Division of Anatomy,
Department of Surgery;
Former Chair of Anatomy and Associate,
Dean for Basic Medical Sciences,
Faculty of Medicine, University of Toronto,
Toronto, Ontario, Canada

Arthur F. Dalley II, Ph.D.

Professor, Department of Cell and
Developmental Biology;
Adjunct Professor, Department of
Orthopaedics and Rehabilitation;
Director, Structure, Function and
Development and Anatomical Donations
Program,
Vanderbilt University School of Medicine;
Adjunct Professor for Anatomy,
Belmont University School of Physical
Therapy,
Nashville, Tennessee, U.S.A.

Anne M. R. Agur, B.Sc. (OT), M.Sc., Ph.D.

Professor, Division of Anatomy,
Department of Surgery, Faculty of
Medicine,
Department of Physical Therapy,
Department of Occupational Therapy,
Division of Biomedical Communications,
Institute of Medical Science,
Graduate Department of Rehabilitation
Science, Graduate Department of
Dentistry,
University of Toronto,
Toronto, Ontario, Canada

Wolters Kluwer | Lippincott Williams & Wilkins
Health
Philadelphia • Baltimore • New York • London
Buenos Aires • Hong Kong • Sydney • Tokyo

Wolters Kluwer | Lippincott Williams & Wilkins

Avda. Príncep d'Astúries, 61, 8º. 1ª.
08012 Barcelona (España)
Tel.: 93 344 47 18
Fax: 93 344 47 16
e-mail: lwwespanol@wolterskluwer.com

Traducción:
Dr. Antonio Gutiérrez
Dr. Luis Vasallo
Dr. Fernando Fontán
Dr. Javier Vizcaíno

Revisión:
Victor Götzens García
Profesor Titular de Anatomía Humana,
Facultad de Medicina,
Universidad de Barcelona

Se han adoptado las medidas oportunas para confirmar la exactitud de la información presentada y describir la práctica más aceptada. No obstante, los autores, los redactores y el editor no son responsables de los errores u omisiones del texto ni de las consecuencias que se deriven de la aplicación de la información que incluye, y no dan ninguna garantía, explícita o implícita, sobre la actualidad, integridad o exactitud del contenido de la publicación. Esta publicación contiene información general relacionada con tratamientos y asistencia médica que no debería utilizarse en pacientes individuales sin antes contar con el consejo de un profesional médico, ya que los tratamientos clínicos que se describen no pueden considerarse recomendaciones absolutas y universales.

El editor ha hecho todo lo posible para confirmar y respetar la procedencia del material que se reproduce en este libro y su copyright. En caso de error u omisión, se enmendará en cuanto sea posible. Algunos fármacos y productos sanitarios que se presentan en esta publicación sólo tienen la aprobación de la Food and Drug Administration (FDA) para un uso limitado al ámbito experimental. Compete al profesional sanitario averiguar la situación de cada fármaco o producto sanitario que pretenda utilizar en su práctica clínica, por lo que aconsejamos la consulta con las autoridades sanitarias competentes.

Derecho a la propiedad intelectual (C. P. Art. 270)
Se considera delito reproducir, plagiar, distribuir o comunicar públicamente, en todo o en parte, con ánimo de lucro y en perjuicio de terceros, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la autorización de los titulares de los correspondientes derechos de propiedad intelectual o de sus cesionarios.

Reservados todos los derechos.
Copyright de la edición en español © 2010
Wolters Kluwer Health España, S.A.
ISBN edición española: 978-84-96921-47-4

Edición española de la obra original en lengua inglesa *Clinically Oriented Anatomy, 6th edition*,
de Keith L. Moore, Arthur F. Dalley II y Anne M. R. Agur, publicada por Lippincott Williams & Wilkins.
Copyright © 2010 Lippincott Williams & Wilkins
351 West Camden Street
Baltimore, MD 21201
530 Walnut Street
Philadelphia, PA 19106
ISBN edición original: 978-07817-7525-0

Composición: APG Estudi Gràfic, S.L.
Impresión: R.R. Donnelley-Shenzhen
Impreso en: China

RRS0910

En recuerdo de Marion,

Mi mejor amiga, esposa, compañera, madre de nuestros cinco hijos y abuela de nuestros nueve nietos,
por su amor y apoyo incondicionales, y por su comprensión. • *(KLM)*

A Muriel

Mi esposa, mejor amiga, consejera y madre de nuestros hijos, y a mi familia
—Tristan, Lana, Elijah y Finley; Denver y Skyler— con mi amor y agradecimiento
por su apoyo y comprensión, su buen humor y, sobre todo, su paciencia. • *(AFD)*

A mi marido, Enno, y a mis hijos, Erik y Kristina,
por su apoyo y estímulo. • *(AMRA)*

A nuestros estudiantes

Recordaréis algo de lo que oigáis, mucho de lo que leáis y más aun de lo que veáis,
y prácticamente todo lo que viváis y entendáis completamente.

Keith L. Moore, Ph.D., F.I.A.C., F.R.S.M., F.A.A.A.

El Dr. Moore ha recibido muchos premios prestigiosos y reconocimientos. Ha sido merecedor de los premios más importantes por su excepcional actividad educativa en anatomía humana con licenciados y estudiantes universitarios de medicina y odontología, así como por su récord de libros de texto publicados sobre anatomía de orientación clínica y embriología, concedidos por la American Association of Anatomists (AAA: **Distinguished Educator Award,** 2007) y la American Association of Clinical Anatomists (AACA: **Honored Member Award,** 1994). En 2008, el Dr. Moore fue reclutado como socio de la American Association of Anatomists, categoría que honra a los miembros más distinguidos que han demostrado su alto nivel científico y su contribución general a las ciencias médicas. Recientemente, le fue concedido el **Honorary Membership** en la Societa Italiana di Anatomia e Istologia (SIAI) como reconocimiento a sus notables méritos como científico, educador y escritor.

Arthur F. Dalley II

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los compañeros de profesión que, por invitación del editor, han analizado de forma crítica y revisado el borrador inicial del manuscrito de esta 6.ª edición.

- Monika G. Baldridge, BS, MT(ASCP), PhD, Assistant Professor, Division of Natural and Health Sciences, Carroll University, Waukesha, Wisconsin
- Paul F. Beattie, PhD, PT, OCS, Clinical Associate Professor, Division of Physical Therapy and Motor Control, Department of Exercise Science, University of South Carolina School of Medicine, Columbia
- Marianne Beninato, DPT, PhD, Associate Professor, Coordinator Professional Program Admissions, Graduate Programs in Physical Therapy, MGH Institute of Health Professions, Boston
- Cynthia Bir, PhD, Associate Professor, Biomedical Engineering, Director of Research, Orthopaedic Surgery, Wayne State University, Detroit, Michigan
- Christopher Bise, MSPT, Visiting Assistant Professor, Department of Physical Therapy, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania
- Sheri L. Boyce, PhD, Associate Professor, Department of Biological Sciences, Messiah College, Grantham, Pennsylvania
- Jennifer K. Brueckner, PhD, Assistant Professor, Department of Anatomy and Neurobiology, University of Kentucky, Lexington
- Craig A. Canby, PhD, Associate Professor, Anatomy, Des Moines University, Des Moines, Iowa
- Leslie S. Cane, PhD, Professor of Anatomy, Life University, College of Chiropractic, Marietta, Georgia
- Patrick A. Carr, PhD, Associate Professor of Anatomy and Cell Biology, University of North Dakota, Grand Forks
- Dawn Colomb-Lippa, MS, PA-C, Assistant Professor of Physician Assistant Studies, Quinnipiac University, Hamden, Connecticut
- David M. Conley, PhD, Clinical Assistant Professor, Anatomy, Department of Basic Medical Sciences (WWAMI), Washington State University, Pullman
- R. William Currie, BSA, MSc, PhD, Professor, Department of Anatomy and Neurobiology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada
- Marian Dagosto, PhD, Department of Cell and Molecular Biology, Feinberg School of Medicine, Northwestern University, Chicago
- Eugene Daniels, PhD, Associate Professor, Faculty of Medicine, Department of Anatomy and Cell Biology, McGill University, Montreal
- D. Scott Davis, PT, EdD, OCS, Associate Professor, Division of Physical Therapy, School of Medicine West Virginia University, Morgantown; Associate Professor and Director of Professional Education, Division of Physical Therapy, Department of Human Performance and Exercise Science, West Virginia University, Morgantown
- Elaine C. Davis, PhD, Associate Professor and Canada Research Chair, Department of Anatomy and Cell Biology, McGill University, Faculty of Medicine, Montreal
- Camille DiLullo, PhD, Professor, Department of Anatomy, Philadelphia College of Osteopathic Medicine, Philadelphia
- Richard L. Doolittle, PhD, Head and Professor, School of Life Sciences, Rochester Institute of Technology, Rochester, New York
- Carolyn Dorfman, PhD, OTR/L, Assistant Professor of Occupational Therapy, College of St. Scholastica, Duluth, Minnesota
- Donald C. Dunbar, PhD, Professor, Department of Anatomy and Neurobiology, University of Puerto Rico School of Medicine, San Juan
- Bertha Escobar-Poni, MD, Associate Professor, Department of Pathology and Human Anatomy, Loma Linda University, Loma Linda, California
- Juan B. Fernández Pérez, PhD, Chairperson and Associated Professor, Department of Anatomy, Ponce School of Medicine, Ponce, Puerto Rico
- Craig W. Goodmurphy, PhD, Assistant Professor, Pathology and Anatomy, Eastern Virginia Medical School, Norfolk
- Chaya Gopalan, PhD, Professor and Anatomy-Physiology Coordinator, Department of Biology, St. Louis Community College, St. Louis, Missouri
- Ken Harbert, PhD, CHES, PA-C, Dean, School of Physician Assistant Studies, South College, Knoxville, Tennessee
- June A. Harris, MD, Professor, Department of Anatomy, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canada
- Susan K. Hillman, MS, ATC, PT, Associate Professor, Director, Human Anatomy, A.T. Still University, Mesa, Arizona
- Alireza Jalali, MD, Preclerkship Unit Leader, Assistant Professor, Division of Clinical and Functional Anatomy, Faculty of Medicine, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada
- Beth Moody Jones, PT, DPT, OCS, Assistant Professor, Physical Therapy Program, Department of Orthopedics and Rehabilitation, Department of Cell Biology and Physiology, University of New Mexico School of Medicine, Albuquerque
- Kathleen M. Klueber, PhD, Associate Professor, Anatomical Sciences and Neurobiology, University of Louisville School of Medicine, Louisville, Kentucky

- H. Wayne Lambert, PhD, Assistant Professor, Anatomical Sciences and Neurobiology, University of Louisville Health Sciences Center, Louisville, Kentucky
- Hector Lopez, MD, Assistant Professor, Department of Pathology, Anatomy and Cell Biology, Jefferson Medical College, Thomas Jefferson University, Philadelphia
- Bruce L. Manion, PhD, Associate Professor and Chair, Department of Basic Biomedical Sciences, William M. Scholl College of Podiatric Medicine, Rosalind Franklin University of Medicine and Science, North Chicago
- Linda E. May, MS, PhD, Assistant Professor, Department of Anatomy, Kansas City University of Medicine and Biosciences, Kansas City, Missouri
- Emily C. McDuffee, PhD, Assistant Professor, Department of Anatomy, Virginia College of Osteopathic Medicine, Blacksburg
- Linda McLoon, PhD, Professor, Departments of Ophthalmology and Neuroscience, University of Minnesota, Minneapolis
- Jason P. Mihalik, MS, CAT(C), ATC, Doctoral Candidate, Interdisciplinary Curriculum in Human Movement Science, Department of Allied Health Sciences and Department of Exercise and Sport Science, University of North Carolina, Chapel Hill
- Nonna Morozova, MD, DO, Resident Physician, Peninsula Hospital Center, North Shore-LIJ Health System, Far Rockaway, New York
- Carol A. Nichols, PhD, Assistant Professor, Department of Cellular Biology and Anatomy, Medical College of Georgia, Augusta
- Monica M. Oblinger, PhD, Professor and Vice Chair, Department of Cell Biology and Anatomy, Chicago Medical School at Rosalind Franklin University, North Chicago
- Patrick O'Connor, PhD, Assistant Professor of Anatomical Sciences, Department of Biomedical Sciences, Ohio University College of Osteopathic Medicine, Athens
- Barbara O'Kane, PhD, Assistant Professor, Department of Genetics, Cell Biology, and Anatomy, University of Nebraska Medical Center, Omaha
- Kevin Owyang, MD, Adjunct Faculty, Department of Physical Therapy Education, Western University of Health Sciences, Pomona, California
- Kevin D. Phelan, PhD, Associate Professor, Department of Neurobiology and Developmental Sciences, University of Arkansas for Medical Sciences, Little Rock
- Dale Ritter, PhD, Morphology Course Coordinator, Ecology and Evolutionary Biology, Brown University, Providence, Rhode Island
- John H. Romfh, PhD, Associate Professor of Anatomy, Division of Basic Science, College of Chiropractic Life University, Marietta, Georgia
- Dale W. Saxon, PhD, Associate Professor, Anatomy and Cell Biology, Indiana University School of Medicine, Evansville
- Hugh Scoggan, BA, MSc, Senior Anatomy Laboratory Demonstrator, Human Anatomy Laboratory, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada
- Maria Thomadaki, DC, Assistant Professor, Department of Basic Sciences, New York Chiropractic College, Seneca Falls, New York
- R. Shane Tubbs, MS, PA-C, PhD, Associate Professor, Department of Cell Biology, Surgery-Division Neurosurgery, University of Alabama, Birmingham
- Benjamin Turner, MS, Adjunct Instructor, Gross Anatomy Laboratory, Medical University of the Americas, Gardner, Massachusetts
- James J. Walker, PhD, Associate Professor, Basic Medical Sciences, Purdue University, West Lafayette, Indiana

Algunos estudiantes, ahora ya licenciados, fueron invitados asimismo por el editor a revisar el borrador inicial de la obra:

- Andrew Degnan, George Washington University School of Medicine, Washington, DC
- Vaishnav Krishnan, University of Texas Southwestern Medical School, Dallas
- Ehsan Mozayan, Tulane University School of Medicine, New Orleans
- Leah Phillabaum, Des Moines University College of Osteopathic Medicine, Des Moines, Iowa

Además de los revisores, muchas otras personas, algunas de ellas sin ser conscientes de ello, nos han ayudado en esta edición y en las precedentes examinando con detenimiento el manuscrito, discutiéndolo o haciendo sus propias contribuciones y críticas constructivas, tanto al texto como a las ilustraciones:

- Dr. Peter Abrahams, Consultant Clinical Anatomist, University of Cambridge and examiner to the Royal College of Surgeons of Edinburgh, Cambridge, UK
- Dr. Robert D. Acland, Professor of Surgery/Microsurgery, Division of Plastic and Reconstructive Surgery, University of Louisville, Louisville, Kentucky
- Dr. Edna Becker, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto Faculty of Medicine, Toronto
- Dr. Donald R. Cahill, Professor of Anatomy (retired; former Chair), Mayo Medical School; former Editor-in-Chief of *Clinical Anatomy*, Rochester, Minnesota
- Dr. Joan Campbell, Assistant Professor of Medical Imaging, University of Toronto Faculty of Medicine, Toronto
- Dr. Stephen W. Carmichael, Professor Emeritus, Mayo Medical School, Editor-in-Chief of *Clinical Anatomy*, Rochester, Minnesota
- Dr. Carmine D. Clemente, Professor of Anatomy and Orthopedic Surgery, University of California, Los Angeles School of Medicine, Los Angeles
- Dr. James D. Collins, Professor of Radiological Sciences, University of California, Los Angeles School of Medicine/Center for Health Sciences, Los Angeles
- Dr. Raymond F. Gasser, Professor of Anatomy, Louisiana State University School of Medicine, New Orleans
- Dr. Ralph Ger, Professor of Anatomy and Structural Biology, Albert Einstein College of Medicine, Bronx, New York
- Dr. Douglas J. Gould, Associate Professor, The Ohio State University, Columbus

- Dr. Daniel O. Graney, Professor of Biological Structure, University of Washington School of Medicine, Seattle
- Dr. David G. Greathouse, former Professor and Chair, Belmont University School of Physical Therapy, Nashville, Tennessee
- Dr. Masoom Haider, Assistant Professor of Medical Imaging, University of Toronto Faculty of Medicine, Toronto
- Dr. John S. Halle, Professor and Chair, Belmont University School of Physical Therapy, Nashville, Tennessee
- Dr. Jennifer L. Halpern, Resident in Orthopedic Surgery and Rehabilitation, Vanderbilt University School of Medicine, Nashville, Tennessee
- Dr. Walter Kuchareczyk, Professor and Chair of Medical Imaging, University of Toronto Faculty of Medicine; Clinical Director of Tri-Hospital Magnetic Resonance Centre, Toronto
- Dr. Nirusha Lachman, Professor of Anatomy, Mayo Medical School, Rochester, Minnesota
- Dr. H. Wayne Lambert, Assistant Professor, University of Louisville School of Medicine, Louisville, Kentucky
- Dr. Michael von Lüdinghausen, University Professor, Anatomy Institute, University of Würzburg, Würzburg, Germany
- Dr. Shirley McCarthy, Director of MRI, Department of Diagnostic Radiology, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut
- Dr. Lillian Nanney, Professor of Plastic Surgery and Cell and Developmental Biology, Vanderbilt University School of Medicine, Nashville, Tennessee
- Dr. Todd R. Olson, Professor of Anatomy and Structural Biology, Albert Einstein College of Medicine, Bronx, New York
- Dr. Wojciech Pawlina, Professor and Chair of Anatomy, Mayo Medical School, Rochester, Minnesota
- Dr. T. V. N. Persaud, Professor Emeritus of Human Anatomy and Cell Science Faculties of Medicine and Dentistry, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada. Professor of Anatomy and Embryology, St. George's University, Granada, West Indies
- Dr. Cathleen C. Pettepher, Professor of Cancer Biology and Cell and Developmental Biology, Vanderbilt University School of Medicine, Nashville, Tennessee
- Dr. Thomas H. Quinn, Professor of Biomedical Sciences, Creighton University School of Medicine, Omaha, Nebraska
- Dr. George E. Salter, Professor of Anatomy, Department of Cell Biology, University of Alabama, Birmingham
- Dr. Tatsuo Sato, Professor and Head (retired), Second Department of Anatomy, Tokyo Medical and Dental University Faculty of Medicine, Tokyo
- Ryckie Wade, MB BS, MClinEd; Yr4, President; UEA Surgical Society, University of East Anglia, School of Medicine, Norwich, UK
- Professor Colin P. Wendell-Smith, Department of Anatomy and Physiology, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia
- Dr. Andreas H. Weiglein, Associate Professor, Institut fur Anatomie, Medical University Graz, Graz, Austria
- Dr. David G. Whitlock, Professor of Anatomy, University of Colorado Medical School, Denver

También queremos agradecer el excelente trabajo de Kathleen Scogna, antigua Senior Developmental Editor, por su trabajo en las ediciones anteriores y las primeras versiones de esta edición. Jessica Heise, Associate Managing Editor, se unió a nosotros a mitad del camino de esta 6.ª edición. Los esfuerzos de ambas, Kathleen y Jessica, no pueden valorarse en su justa medida y han sido muy apreciados. La calidad de esta edición es en gran parte el resultado de su perspectiva crítica, de sus entusiastas observaciones, ánimos, apoyo, especial atención al detalle y excelente coordinación entre texto e ilustraciones.

Las ilustraciones desempeñan un papel principal como instrumentos de aprendizaje. Hacemos extensivo nuestro agradecimiento sincero a los dibujantes e ilustradores médicos de esta edición; apreciamos enormemente sus habilidades, talento y la puntualidad en la realización de su trabajo. Caitlin Duckwall, de Dragonfly Media, ha contribuido con ilustraciones nuevas y ha modificado muchas de las existentes. Paulette Dennis también ha aportado nuevas imágenes que se incluyen en la zona de las órbitas de la cabeza, en el capítulo 7. Jennifer Clements, de LWW, hizo un trabajo maestro etiquetando, reetiquetando, redimensionando, coloreando y manipulando las imágenes e ilustraciones. Las imágenes obtenidas en el marco de un proyecto de fotografía anatómica para la quinta edición aportan todavía a la presente un valor increíble. E. Anne Rayner, Senior Photographer, del Vanderbilt Medical Art Group, hizo un trabajo excelente fotografiando la anatomía de superficie a partir de modelos, y trabajando con los autores Arthur Dalley y Anne Agur. Apreciamos enormemente la contribución de los citados modelos a la calidad y realismo de la anterior edición y de la presente. Aunque el número de ilustraciones procedentes del *Grant's Atlas of Anatomy* sigue reduciéndose con cada edición, a medida que van siendo sustituidas por otras nuevas, seguimos reconociendo el excelente trabajo de disección del Professor J. C. B. Grant, y las magníficas ilustraciones realizadas por: Dorothy Foster Chubb, Elizabeth Blackstock, Nancy Joy, Nina Kilpatrick, David Mazierski, Stephen Mader, Bart Vallecoccia, Sari O'Sullivan, Kam Yu, y Caitlin Duckwall.

Muchas gracias a las personas de Lippincott Williams & Wilkins que han participado en el desarrollo y progreso de esta edición: Crystal Taylor, Acquisitions Editor; Jennifer Clements, Art Director, y Julie Montalbano, Production Editor. Paul Montgomery, por su parte, nos ofreció sus habilidades en el procesamiento de textos y se ocupó de las autorizaciones y permisos. Queremos dar las gracias también a Jennifer Kuklinski y sus colaboradores de marketing por la promoción informativa e imaginativa de las ediciones previas y de la actual. Finalmente, no podemos dejar de agradecer el trabajo del equipo de ventas de LWW, que ha tenido un papel determinante en el éxito ininterrumpido de este libro.

Keith L. Moore
Arthur F. Dalley II
Anne M. R. Agur

Prefacio

Han pasado casi 30 años desde que apareció en las librerías la primera edición de *Anatomía con orientación clínica*. Aunque la base real de la anatomía es notable entre las ciencias básicas por su larga vida y coherencia, este libro ha evolucionado considerablemente desde su inicio, y esta evolución es un reflejo de los cambios que la aplicación clínica de la anatomía ha experimentado, así como de las nuevas tecnologías de diagnóstico por la imagen, que han permitido dar el salto a una anatomía más viva y con nuevas formas, y mejorar las técnicas gráficas y de publicación para presentar mejor esta información. Seguimos esforzándonos por conseguir que este libro sea aún más útil y esté mejor adaptado a las necesidades de los estudiantes. La sexta edición ha sido revisada exhaustivamente por estudiantes, especialistas en anatomía y médicos para perfeccionar el texto, actualizarlo e incorporar los cambios más importantes.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La obra *Anatomía con orientación clínica* ha sido ampliamente reconocida por la importancia de su información clínica, incluida en los cuadros azules. Como en ediciones anteriores, la sexta edición pone especial énfasis en los aspectos de la anatomía que son de máxima importancia para el diagnóstico físico en atención primaria, así como en la interpretación de las imágenes diagnósticas y en la comprensión de la base anatómica de la medicina de urgencias y de la cirugía general. Se ha puesto una especial atención en ayudar a los estudiantes a aprender la anatomía que necesitan conocer en el siglo XXI, y con esta finalidad se han añadido nuevos apartados y se han actualizado los existentes.

Correlaciones clínicas. Se han añadido nuevos apartados de información clínica, generalmente conocidos como «Cuadros azules», y muchos de ellos van acompañados ahora de fotografías y/o ilustraciones dinámicas en color, que pretenden mejorar la comprensión de la importancia práctica de la anatomía. En respuesta a las sugerencias de nuestros lectores, en cada capítulo se han agrupado varios Cuadros azules en uno, a fin de interrumpir lo menos posible el cuerpo del texto.

Puntos fundamentales. En estos cuadros destacados en amarillo, incorporados en la quinta edición, se resume la información anterior para garantizar que los conceptos principales no se pierden entre los muchos detalles que el texto describe y que son necesarios para una comprensión profunda. La relectura de estos resúmenes es una buena manera de revisar de forma continua la información y de obtener una visión general.

La anatomía descrita en un contexto práctico y funcional. Para conseguir un enfoque más realista del sistema musculoesquelético, el texto pone especial énfasis en la acción y la función de los músculos y los grupos musculares en las actividades cotidianas, insistiendo en el modo de andar y de asir. La contracción excéntrica de los músculos, que explica la mayor parte de su actividad, se describe ahora conjuntamente con la contracción concéntrica, que suele ser la que centra la atención de los textos de anatomía. Esta perspectiva es importante para la mayoría de profesionales sanitarios, entre los cuales hay un número creciente de estudiantes de fisioterapia y terapia ocupacional que utilizan este libro.

Anatomía de superficie y técnicas de diagnóstico por la imagen. La anatomía de superficie y las técnicas de diagnóstico por la imagen, que antes se presentaban por separado en cuadros específicos, se integran ahora en el texto del capítulo y se presentan cuando se describe cada región anatómica; esto permite establecer de manera clara la relación existente entre la anatomía y la exploración física y el diagnóstico. Cada capítulo está dedicado a una región anatómica concreta y consta tanto de vistas y proyecciones anatómicas superficiales despejadas como de ilustraciones en que las estructuras anatómicas se superponen a fotografías de anatomía superficial. Para familiarizar a los futuros profesionales con imágenes de diagnóstico, las imágenes clínicas centradas en la anatomía normal incluyen radiografías simples y de contraste, RM, TC y ecografías, a menudo con esquemas y texto explicativo.

Estudio de casos que se complementa con la presentación de problemas clinicoanatómicos y preguntas test similares a las del examen USMLE. Nuestros lectores *online* disponen de información interactiva consistente en descripciones de casos y preguntas con respuestas de elección múltiple (http://thepoint.lww.com/espanol-moore), que permiten realizar autoexámenes y repasar lo aprendido.

Uso exhaustivo de ilustraciones. El proceso de ampliación y de perfeccionamiento de las ilustraciones iniciado en la cuarta edición ha continuado en la sexta. Nos hemos esforzado por ilustrar sin excepción toda la anatomía presentada y contenida en el texto. Ambos, texto e ilustraciones, se han elaborado en paralelo para conseguir un resultado pedagógico óptimo, contribuir así al aprendizaje y facilitar la búsqueda de las estructuras concretas. La gran mayoría de enfermedades o afecciones cuentan con fotografías y/o ilustraciones en color; las figuras que contienen varias ilustraciones suelen combinar disecciones, esquemas e imágenes clínicas; la mayor parte de las tablas pretenden facilitar la comprensión de las estructuras descritas.

Terminología. La terminología utilizada sigue totalmente la *Terminologia anatomica* (1998) aprobada por la International Federation of Associations of Anatomists (IFAA). A lo largo de todo el libro se utilizan las equivalencias en castellano de los términos en latín, convenientemente adaptados a la nueva nomenclatura. Entre paréntesis se incluyen también los epónimos que no cuentan con la aprobación de la IFAA, con la intención de familiarizar a los estudiantes con términos que oirán sin duda durante sus estudios; por ejemplo, conducto cubital (de Guyon).

CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTERIORES EDICIONES Y NOVEDADES

Los estudiantes y el cuerpo docente nos han trasladado sus inquietudes y sus expectativas en relación con *Anatomía con orientación clínica*, y nosotros les hemos prestado atención. El resultado es:

- Un *texto completo* que llene los vacíos de información necesaria para los estudiantes, ya que el tiempo asignado a las clases sigue disminuyendo, las prácticas de laboratorio son exclusivamente instructivas y en los apuntes de clase de los diversos profesores aparecen discrepancias, de hecho y de forma.
- Un *recurso capaz de cubrir áreas de especial interés e importancia* en cursos de anatomía específicos y que *responde a las necesidades de conocimientos de anatomía de los estudiantes durante sus estudios básicos y en la etapa de especialización clínica.*
- Una *introducción exhaustiva* que contiene información importante sobre sistemas y los conceptos básicos de anatomía que se presentan en cada uno de los siguientes capítulos, ya dedicados a regiones anatómicas concretas. Estudiantes de diversos países y entornos han escrito para expresar su opinión sobre este libro, y ha sido agradable descubrir que la mayoría son comentarios de felicitación. Los entornos y las experiencias de los estudiantes de las distintas profesiones sanitarias son ahora más diversos que nunca, de modo que a veces el resultado de las limitaciones curriculares son suposiciones injustificadas sobre qué información previa es necesaria para que los estudiantes comprendan el material presentado. El capítulo de Introducción incluye resúmenes eficaces de anatomía sistémica funcional, y los comentarios de los estudiantes insisten de un modo específico en la necesidad de una descripción sistémica del sistema nervioso, y del sistema nervioso vegetativo en particular.
- Presentación de estructuras corrientes (como inserciones musculares, inervaciones y acciones) en *tablas organizadas para mostrar las características compartidas. Anatomía con orientación clínica* contiene más tablas que ningún otro manual de anatomía.
- Cuadros de *Correlaciones clínicas ilustrados* que no sólo describen *la anatomía tal como se aplica clínicamente,* sino que también la *muestran.*
- *Ilustraciones que facilitan la orientación.* Se han añadido muchas figuras con indicaciones de orientación, junto con flechas que indican la localización de las ampliaciones (áreas que se amplían hasta un primer plano) y la secuencia de las mismas. Se han reelaborado las leyendas de casi todas las figuras, cambiando la posición de la leyenda para desplazar el punto de vista y acercarlo a cada una de las partes ilustradas. Las leyendas se han colocado de tal modo que se ha reducido la distancia entre el objeto y la misma, de modo que el recorrido de los filetes es más directo.

OTRAS CARACTERÍSTICAS DE LA SEXTA EDICIÓN

- En esta edición se han añadido muchas figuras nuevas a todo color, incluyendo algunas con diversas ilustraciones que combinan disecciones, esquemas e imágenes clínicas como TC y RM.
- Los iconos de los Cuadros azules indican el tipo de información clínica que contienen:

Icono de variaciones anatómicas. Este icono indica que el tema tratado son las variaciones anatómicas que pueden encontrarse en el laboratorio de disección o en la práctica, y el correspondiente apartado destaca la importancia clínica del conocimiento de tales variaciones.

Icono de ciclo vital. Con este icono se señala el texto sobre los factores del desarrollo prenatal que afectan a la anatomía posnatal y a fenómenos anatómicos específicamente asociados a diferentes etapas de la vida: infancia, edad adulta y vejez.

Icono de traumatismo. Este icono se asocia al texto sobre las consecuencias de los traumatismos, por ejemplo fracturas de huesos o luxaciones articulares, en la anatomía normal, así como sobre las manifestaciones clínicas y alteraciones secundarias a dichas lesiones.

Icono de procedimientos diagnósticos. Con este icono se indica que el tema tratado son los rasgos anatómicos y las observaciones que tienen relevancia para el diagnóstico.

Icono de procedimientos quirúrgicos. Este icono señala el texto sobre las bases anatómicas de los procedimientos quirúrgicos y de la anestesia regional, por ejemplo la planificación de incisiones.

Icono de patología. Con este icono se indica que el tema tratado es el efecto de las enfermedades en la anatomía normal, por ejemplo un cáncer de mama, y las estructuras anatómicas implicadas en el aislamiento o difusión de enfermedad.

- La **negrita** indica las entradas principales de los términos anatómicos allí donde se introducen y se definen. La negrita también se utiliza para introducir términos clínicos en los Cuadros (azules) de correlaciones clínicas. La *cursiva* sirve para destacar los términos anatómicos importantes en la región concreta de estudio y el tema concreto tratado, o bien que aparecen como leyenda en una ilustración a la cual se hace referencia.
- Al principio de cada capítulo hay un índice de contenidos que incluye las tablas y los cuadros azules.
- En http://thepoint.lww.com/espanol-moore se pueden encontrar materiales pedagógicos y recursos complementarios para profesores, entre los cuales se incluyen imágenes que pueden exportarse a presentaciones de *PowerPoint*.

Damos la bienvenida al equipo de autores de esta sexta edición a Anne M. R. Agur, Ph.D. Desde su aparición, *Anatomía con orientación clínica* ha utilizado materiales del *Grant's Atlas*, del que Anne había sido responsable desde 1991. La contribución de Anne a las ediciones anteriores de *Anatomía con orientación clínica* fue más allá de ofrecer materiales del *Grant's Atlas*, y de hecho ha participado en cada una de las fases de la elaboración de esta nueva edición y ha sido una pieza clave de la misma.

COMPROMISO CON LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES

Este libro se ha escrito para estudiantes de las distintas profesiones sanitarias, y teniendo en cuenta que algunos de ellos pueden carecer de conocimientos previos de anatomía. Hemos intentado presentar el contenido de un modo atractivo y asimilable, para que pueda integrarse fácilmente con lo aprendido con mayor detalle en otras disciplinas, por ejemplo el diagnóstico, la rehabilitación clínica y la cirugía. Esperamos que este texto sirva a dos propósitos: formar y estimular. Si conseguimos que los estudiantes se entusiasmen por la anatomía clínica, los objetivos del libro se habrán cumplido.

Keith L. Moore
University of Toronto
Faculty of Medicine

Arthur F. Dalley II
Vanderbilt University
Faculty of Medicine

Anne M. R. Agur
University of Toronto
Faculty of Medicine

Índice de capítulos

Introducción a la anatomía con orientación clínica / 1

- MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA / 2
- Anatomía regional / 2
- Anatomía sistémica / 3
- Anatomía clínica / 4
- TERMINOLOGÍA ANATÓMICA Y MÉDICA / 4
- Posición anatómica / 5
- Planos anatómicos / 5
- Términos de relación y comparación / 6
- Términos de lateralidad / 7
- Términos de movimiento / 7
- VARIACIONES ANATÓMICAS / 12
- SISTEMA TEGUMENTARIO / 12
- FASCIAS, COMPARTIMIENTOS FASCIALES, BOLSAS Y ESPACIOS POTENCIALES / 16
- SISTEMA ESQUELÉTICO / 19
- Cartílagos y huesos / 19
- Detalles y formaciones óseas / 20
- Articulaciones / 25
- TEJIDO Y SISTEMA MUSCULARES / 29
- Tipos de músculos (tejido muscular) / 29
- Músculos esqueléticos / 29
- ■ **TABLA I-1.** Tipos de músculos / 30
- Músculo estriado cardíaco / 36
- Músculo liso / 36
- SISTEMA CARDIOVASCULAR / 37
- Circuitos vasculares / 37
- Vasos sanguíneos / 37
- SISTEMA LINFOIDE / 43
- SISTEMA NERVIOSO / 46
- Sistema nervioso central / 46
- Sistema nervioso periférico / 47
- Sistema nervioso somático / 57
- Sistema nervioso autónomo / 57
- ■ **TABLA I-2.** Funciones del sistema nervioso autónomo / 65
- TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN / 66
- Radiografía convencional / 66
- Tomografía computarizada / 67
- Ecografía / 67
- Resonancia magnética / 68
- Técnicas de medicina nuclear / 70

1 Tórax / 71

- VISIÓN GENERAL / 72
- PARED TORÁCICA / 72
- Esqueleto de la pared torácica / 74
- Aberturas torácicas / 78
- Articulaciones de la pared torácica / 79
- ■ **TABLA 1-1.** Articulaciones de la pared torácica / 80
- Movimientos de la pared torácica / 81
- Músculos de la pared torácica / 86
- ■ **TABLA 1-2.** Músculos de la pared torácica / 88
- Fascia de la pared torácica / 91
- Nervios de la cavidad torácica / 91
- Vascularización de la pared torácica / 93
- ■ **TABLA 1-3.** Riego arterial de la pared torácica / 95
- Mamas / 98
- Anatomía de superficie de la pared torácica / 99
- VÍSCERAS DE LA CAVIDAD TORÁCICA / 106
- Pleuras, pulmones y árbol traqueobronquial / 108
- Visión general del mediastino / 127
- Pericardio / 128
- Corazón / 135
- ■ **TABLA 1-4.** Irrigación arterial del corazón / 147
- Mediastino superior y grandes vasos / 160
- Mediastino posterior / 166
- ■ **TABLA 1-5.** La aorta y sus ramas en el tórax / 169
- Mediastino anterior / 171
- Anatomía de superficie del corazón y las vísceras del mediastino / 171
- ■ **TABLA 1-6.** Nervios del tórax / 172
- Focos de auscultación / 173

2 Abdomen / 181

- VISIÓN GENERAL: PAREDES, CAVIDADES, REGIONES Y PLANOS / 181
- PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN / 184
- ■ **TABLA 2-1.** Regiones (A), planos de referencia (B) y cuadrantes (C) del abdomen / 185
- Fascia de la pared anterolateral del abdomen / 186
- Músculos de la pared anterolateral del abdomen / 187
- ■ **TABLA 2-2.** Músculos de la pared anterolateral del abdomen / 188
- Vascularización e inervación de la pared anterolateral del abdomen / 193
- ■ **TABLA 2-3.** Nervios de la pared anterolateral del abdomen / 194
- ■ **TABLA 2-4.** Arterias de la pared anterolateral del abdomen / 196
- Región inguinal / 202
- ■ **TABLA 2-5.** Límites del conducto inguinal / 204
- Cordón espermático, escroto y testículos / 206

- **TABLA 2-6.** Capas correspondientes de la pared anterior del abdomen, el escroto y el cordón espermático / 208

Anatomía de superficie de la pared anterolateral del abdomen / 210
PERITONEO Y CAVIDAD PERITONEAL / 217
Embriología de la cavidad peritoneal / 218
Estructuras peritoneales / 219
Subdivisiones de la cavidad peritoneal / 221
VÍSCERAS ABDOMINALES / 226
Visión general de las vísceras abdominales y el tubo digestivo / 226
Esófago / 229
Estómago / 230

- **TABLA 2-7.** Irrigación arterial de los derivados abdominales del intestino anterior: esófago, estómago, hígado, vesícula biliar, páncreas y bazo / 236

Intestino delgado / 239

- **TABLA 2-8.** Relaciones del duodeno / 242
- **TABLA 2-9.** Características que diferencian el yeyuno y el íleon en el individuo vivo / 244

Intestino grueso / 246

- **TABLA 2-10.** Irrigación arterial del intestino / 250

Bazo / 263
Páncreas / 265
Hígado / 268

- **TABLA 2-11.** Nomenclatura de los segmentos del hígado / 274

Conductos biliares y vesícula biliar / 277
Riñones, uréteres y glándulas suprarrenales / 290
Resumen de la inervación de las vísceras abdominales / 301

- **TABLA 2-12.** Inervación autónoma de las vísceras abdominales (nervios esplácnicos) / 303

DIAFRAGMA / 306
Vasos y nervios del diafragma / 307

- **TABLA 2-13.** Vasos y nervios del diafragma / 308

Orificios del diafragma / 308
Acciones del diafragma / 309
PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN / 309
Fascia de la pared posterior del abdomen / 310
Músculos de la pared posterior del abdomen / 311

- **TABLA 2-14.** Músculos de la pared posterior del abdomen / 312

Nervios de la pared posterior del abdomen / 312
Vasos de la pared posterior del abdomen / 313

- **TABLA 2-15.** Ramas de la aorta abdominal / 314

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DEL ABDOMEN / 321

3 Pelvis y periné / 326

INTRODUCCIÓN A LA PELVIS Y EL PERINÉ / 327
CINTURA PÉLVICA / 327
Huesos y características de la pelvis ósea / 328
Orientación de la pelvis ósea / 330
Articulaciones y ligamentos de la cintura pélvica / 330

- **TABLA 3-1.** Comparación de las pelvis masculina y femenina / 331

CAVIDAD PÉLVICA / 338
Paredes y suelo de la cavidad pélvica / 338

- **TABLA 3-2.** Músculos de las paredes y el suelo de la pelvis / 341

Peritoneo y cavidad peritoneal de la pelvis / 343

- **TABLA 3-3.** Reflexiones del peritoneo en la pelvis / 344

Fascia de la pelvis / 345
ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS DE LA PELVIS / 349
Arterias de la pelvis / 350

- **TABLA 3-4.** Arterias de la pelvis / 352

Venas de la pelvis / 355
Nódulos linfáticos de la pelvis / 355
Nervios de la pelvis / 357

- **TABLA 3-5.** Nervios somáticos de la pelvis / 359

VÍSCERAS PÉLVICAS / 362
Órganos del sistema urinario / 362
Recto / 368

- **TABLA 3-6.** Porciones de la uretra masculina / 369

Órganos genitales internos masculinos / 376
Órganos genitales internos femeninos / 382
Drenaje linfático de las vísceras pélvicas / 400

- **TABLA 3-7.** Drenaje linfático de las estructuras de la pelvis y el periné / 401

PERINÉ / 402
Fascias y espacios perineales del triángulo urogenital / 404
Características del triángulo anal / 409

- **TABLA 3-8.** Arterias del periné / 412

Triángulo urogenital masculino / 418

- **TABLA 3-9.** Músculos del periné / 424

Triángulo urogenital femenino / 428

- **TABLA 3-10.** Nervios del periné / 432

DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DE LA PELVIS Y EL PERINÉ / 434
Resonancia magnética / 434

4 Dorso / 439

VISIÓN GENERAL DEL DORSO Y LA COLUMNA VERTEBRAL / 440
VÉRTEBRAS / 440
Estructura y función de las vértebras / 440
Características regionales de las vértebras / 443

- **TABLA 4-1.** Vértebras cervicales / 446
- **TABLA 4-2.** Vértebras torácicas / 448
- **TABLA 4-3.** Vértebras lumbares / 450

Osificación de las vértebras / 453
Variaciones en las vértebras / 455
COLUMNA VERTEBRAL / 464
Articulaciones de la columna vertebral / 464
Movimientos de la columna vertebral / 470
Curvaturas de la columna vertebral / 470
Vascularización de la columna vertebral / 472
Nervios de la columna vertebral / 473
MÚSCULOS DEL DORSO / 482
Músculos extrínsecos del dorso / 482
Músculos intrínsecos del dorso / 482

- **TABLA 4-4.** Capa superficial de los músculos intrínsecos del dorso / 485
- **TABLA 4-5.** Capa intermedia de los músculos intrínsecos del dorso / 486
- **TABLA 4-6.** Capas profundas de los músculos intrínsecos del dorso / 489
- **TABLA 4-7.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales cervicales / 490
- **TABLA 4-8.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales torácicas y lumbares / 491

Anatomía de superficie de los músculos del dorso / 492
Músculos suboccipitales y profundos del cuello / 492
■ **TABLA 4-9.** Músculos suboccipitales y triángulo suboccipital / 493
■ **TABLA 4-10.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones atlantooccipitales / 494
■ **TABLA 4-11.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones atlantoaxiales / 494
■ **TABLA 4-12.** Nervios de la región cervical posterior, incluidos los de la región/triángulos suboccipitales / 495
CONTENIDO DEL CONDUCTO VERTEBRAL / 496
Médula espinal / 496
Raíces de los nervios espinales / 496
■ **TABLA 4-13.** Numeración de los nervios o vértebras / 498
Meninges espinales y líquido cefalorraquídeo / 498
■ **TABLA 4-14.** Espacios asociados con las meninges espinales / 501
Vascularización de la médula espinal y de las raíces de los nervios espinales / 501

5 Miembro inferior / 508

VISIÓN GENERAL / 510
DESARROLLO DEL MIEMBRO INFERIOR / 510
HUESOS DEL MIEMBRO INFERIOR / 512
Disposición de los huesos del miembro inferior / 512
Hueso coxal / 514
Fémur / 516
Tibia y peroné / 520
Huesos del pie / 522
Anatomía de superficie de los huesos del pie / 524
FASCIAS, VENAS, LINFÁTICOS, VASOS EFERENTES Y NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR / 532
Tejido subcutáneo y fascias / 532
Drenaje venoso del miembro inferior / 532
Drenaje linfático del miembro inferior / 535
Inervación cutánea del miembro inferior / 536
■ **TABLA 5-1.** Nervios cutáneos del miembro inferior / 537
Inervación motora del miembro inferior / 538
POSTURA Y MARCHA / 542
Bipedestación relajada / 542
Locomoción: ciclo de la marcha / 542
■ **TABLA 5-2.** Acción muscular durante el ciclo de la marcha / 543
REGIONES ANTERIOR Y MEDIAL DEL MUSLO / 545
Organización de la porción proximal del miembro inferior / 545
Músculos anteriores del muslo / 545
■ **TABLA 5-3.I.** Músculos anteriores del muslo: flexores de la articulación de la cadera / 546
■ **TABLA 5-3.II.** Músculos anteriores del muslo: extensores de la rodilla / 547
Músculos mediales del muslo / 548
■ **TABLA 5-4.** Músculos mediales del muslo: aductores del muslo / 549
Estructuras vasculonerviosas y relaciones en la porción anteromedial del muslo / 551
■ **TABLA 5-5.** Arterias de las regiones anterior y medial del muslo / 555
Anatomía de superficie de las regiones anterior y medial del muslo / 557
REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO / 562
Región glútea: nalga y región de la cadera / 562
Músculos de la región glútea / 563
■ **TABLA 5-6.** Músculos de la región glútea: abductores y rotadores del muslo / 564
REGIÓN POSTERIOR DEL MUSLO / 569
■ **TABLA 5-7.** Músculos de la región posterior del muslo: extensores de la cadera y flexores de la rodilla / 570
Estructuras vasculonerviosas de las regiones glútea y posterior del muslo / 572
■ **TABLA 5-8.** Nervios de las regiones glútea y posterior del muslo / 573
■ **TABLA 5-9.** Arterias de las regiones glútea y posterior del muslo / 576
Anatomía de superficie de las regiones glútea y posterior del muslo / 578
FOSA POPLÍTEA Y PIERNA / 584
Región poplítea / 584
Compartimiento anterior de la pierna / 587
■ **TABLA 5-10.** Músculos de los compartimientos anterior y lateral de la pierna / 591
■ **TABLA 5-11.** Nervios de la pierna / 593
■ **TABLA 5-12.** Arterias de la pierna /594
Compartimiento lateral de la pierna / 595
Compartimiento posterior de la pierna / 596
■ **TABLA 5-13.I.** Músculos superficiales del compartimiento posterior de la pierna / 597
■ **TABLA 5-13.II.** Músculos profundos del compartimiento posterior de la pierna / 598
Anatomía de superficie de la pierna / 603
PIE / 609
Piel y fascias del pie / 610
Músculos del pie / 610
■ **TABLA 5-14.I.** Músculos de la primera y la segunda capas de la planta del pie / 612
■ **TABLA 5-14.II.** Músculos de la tercera y la cuarta capas de la planta del pie / 613
■ **TABLA 5-14.III.** Músculos del dorso del pie / 614
Estructuras vasculonerviosas y relaciones en el pie / 614
■ **TABLA 5-15.** Nervios del pie / 618
Anatomía de superficie de la región del tobillo y del pie / 622
ARTICULACIONES DEL MIEMBRO INFERIOR / 626
Articulación de la cadera / 626
Articulación de la rodilla / 634
■ **TABLA 5-16.** Movimientos de la articulación de la rodilla y músculos que los producen / 643
Articulaciones tibioperoneas / 645
■ **TABLA 5-17.** Bolsas alrededor de la articulación de la rodilla / 646
Articulación talocrural / 647
Articulaciones del pie / 650
■ **TABLA 5-18.** Articulaciones del pie / 652
■ **TABLA 5-19.** Movimientos de las articulaciones del antepié y músculos que los producen / 653
Anatomía de superficie de las articulaciones de la rodilla, talocrural y del pie / 656

6 Miembro superior / 670

VISIÓN GENERAL / 672
COMPARACIÓN ENTRE LOS MIEMBROS SUPERIOR

E INFERIOR / 673
HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR / 673
Clavícula / 673
Escápula / 675
Húmero / 676
Huesos del antebrazo / 677
Huesos de la mano / 679
Anatomía de superficie de los huesos del miembro superior / 680
FASCIAS, VASOS EFERENTES, INERVACIÓN CUTÁNEA Y MIOTOMAS DEL MIEMBRO SUPERIOR / 688
Fascia del miembro superior / 688
Drenaje venoso del miembro superior / 689
Drenaje linfático del miembro superior / 692
Inervación cutánea del miembro superior / 693
Inervación motora (miotomas) del miembro superior / 693
■ **TABLA 6-1.** Dermatomas del miembro superior / 694
■ **TABLA 6-2.** Nervios cutáneos del miembro superior / 695
REGIONES PECTORAL Y ESCAPULAR / 697
Músculos axioapendiculares anteriores / 697
■ **TABLA 6-3.** Músculos axioapendiculares anteriores / 698
Músculos axioapendiculares posteriores y escapulohumerales / 700
■ **TABLA 6-4.** Músculos axioapendiculares posteriores / 700
■ **TABLA 6-5.** Movimientos de la escápula / 702
Músculos escapulohumerales (intrínsecos del hombro) / 704
■ **TABLA 6-6.** Músculos escapulohumerales (intrínsecos del hombro) / 704
Anatomía de superficie de las regiones pectoral, escapular y deltoidea / 707
AXILA / 713
Arteria axilar / 715
■ **TABLA 6-7.** Arterias de la porción proximal del miembro superior (región del hombro y el brazo) / 717
Vena axilar / 718
Nódulos linfáticos axilares / 719
Plexo braquial / 721
■ **TABLA 6-8.** Plexo braquial y nervios del miembro superior / 722
BRAZO / 731
Músculos del brazo / 731
■ **TABLA 6-9.** Músculos del brazo / 734
Arteria braquial / 736
Venas del brazo / 737
Nervios del brazo / 737
Fosa del codo / 739
Anatomía de superficie del brazo y de la fosa del codo / 739
ANTEBRAZO / 744
Compartimientos del antebrazo / 744
Músculos del antebrazo / 746
■ **TABLA 6-10.** Músculos del compartimiento anterior del antebrazo / 748
■ **TABLA 6-11.** Músculos del compartimiento posterior del antebrazo / 751
Arterias del antebrazo / 757
■ **TABLA 6-12.** Arterias del antebrazo y el carpo / 759
Venas del antebrazo / 760
Nervios del antebrazo / 761
■ **TABLA 6-13.** Nervios del antebrazo / 762
Anatomía de superficie del antebrazo / 764
MANO / 771
Fascia y compartimientos de la palma / 771
Músculos de la mano / 773
■ **TABLA 6-14.** Músculos intrínsecos de la mano / 776
Tendones de los flexores largos y vainas tendinosas de la mano / 779
Arterias de la mano / 779
■ **TABLA 6-15.** Arterias de la mano / 781
Venas de la mano / 782
Nervios de la mano / 782
■ **TABLA 6-16.** Nervios de la mano / 784
Anatomía de superficie de la mano / 786
ARTICULACIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR / 793
Articulación esternoclavicular / 794
Articulación acromioclavicular / 796
Articulación del hombro / 796
Articulación del codo / 800
■ **TABLA 6-17.** Movimientos de la articulación del hombro / 801
Articulación radiocubital proximal / 804
Articulación radiocubital distal / 806
Articulación radiocarpiana / 809
Articulaciones intercarpianas / 808
Articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas / 811
Articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas / 812

7 Cabeza / 820

VISIÓN GENERAL / 822
CRÁNEO / 822
Cara anterior del cráneo / 822
Cara lateral del cráneo / 827
■ **TABLA 7-1.** Puntos craneométricos / 828
Cara posterior del cráneo / 828
Cara superior del cráneo / 829
Cara externa de la base del cráneo / 829
Cara interna de la base del cráneo / 830
■ **TABLA 7-2.** Orificios y otras aberturas de las fosas craneales y contenido / 833
Paredes de la cavidad craneal / 835
Regiones de la cabeza / 836
CARA Y CUERO CABELLUDO / 842
Cara / 842
Cuero cabelludo / 843
Músculos de la cara y el cuero cabelludo / 844
■ **TABLA 7-3.** Músculos de la cara y el cuero cabelludo / 845
Nervios de la cara y el cuero cabelludo / 849
■ **TABLA 7-4.** Nervios cutáneos de la cara y el cuero cabelludo / 851
Vasos superficiales de la cara y el cuero cabelludo / 855
■ **TABLA 7-5.** Arterias superficiales de la cara y el cuero cabelludo / 855
■ **TABLA 7-6.** Venas de la cara y el cuero cabelludo / 857
Anatomía de superficie de la cara / 859
MENINGES CRANEALES / 865
Duramadre / 865
Aracnoides y piamadre / 872
Espacios meníngeos / 872
ENCÉFALO / 878
Partes del encéfalo / 878
Sistema ventricular del encéfalo / 878
Irrigación arterial del encéfalo / 881

Drenaje venoso del encéfalo / 883
■ **TABLA 7-7.** Arterias de los hemisferios cerebrales / 885
OJO, ÓRBITA, REGIÓN ORBITARIA Y GLOBO OCULAR / 889
Órbitas / 889
Párpados y aparato lagrimal / 891
Globo ocular / 893
Músculos extrínsecos del globo ocular / 898
■ **TABLA 7-8.** Músculos extrínsecos del globo ocular / 900
Inervación de la órbita / 903
Vascularización de la órbita / 905
■ **TABLA 7-9.** Arterias de la órbita / 906
Anatomía de superficie del ojo y el aparato lagrimal / 907
REGIONES PAROTÍDEA Y TEMPORAL, FOSA INFRATEMPORAL Y ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR / 914
Región parotídea / 914
Región temporal / 916
Fosa infratemporal / 916
■ **TABLA 7-10.** Movimientos de la articulación temporomandibular / 920
■ **TABLA 7-11.** Músculos que actúan sobre la mandíbula/Articulación temporomandibular / 922
■ **TABLA 7-12.** Porciones y ramas de la arteria maxilar / 924
REGIÓN BUCAL / 928
Cavidad bucal / 928
Labios, mejillas y encías / 928
Dientes / 930
■ **TABLA 7-13.** Dientes deciduos y permanentes / 933
Paladar / 934
■ **TABLA 7-14.** Músculos del paladar blando / 937
Lengua / 938
■ **TABLA 7-15.** Músculos de la lengua / 942
Glándulas salivares / 943
FOSA PTERIGOPALATINA / 951
Porción pterigopalatina de la arteria maxilar / 951
Nervio maxilar / 951
NARIZ / 955
Nariz propiamente dicha / 955
Cavidades nasales / 956
Vascularización e inervación de la nariz / 959
Senos paranasales / 960
OÍDO / 966
Oído externo / 966
Oído medio / 967
Oído interno / 973

8 Cuello / 981

VISIÓN GENERAL / 982
HUESOS DEL CUELLO / 982
Vértebras cervicales / 982
Hueso hioides / 984
FASCIA DEL CUELLO / 985
Tejido subcutáneo del cuello y platisma / 985
Fascia cervical profunda / 987
ESTRUCTURAS SUPERFICIALES DEL CUELLO: REGIONES CERVICALES / 989
Región esternocleidomastoidea / 989
■ **TABLA 8-1.** Regiones/triángulos cervicales y contenido / 990
■ **TABLA 8-2.** Músculos cutáneos y superficiales del cuello / 991
Región cervical posterior / 992
Región cervical lateral / 992
Región cervical anterior / 999
■ **TABLA 8-3.** Músculos de la región cervical anterior (músculos extrínsecos de la laringe) / 1002
Anatomía de superficie de las regiones cervicales y los triángulos del cuello / 1005
ESTRUCTURAS PROFUNDAS DEL CUELLO / 1012
Músculos prevertebrales / 1012
Raíz del cuello / 1012
■ **TABLA 8-4.** Músculos prevertebrales / 1012
VÍSCERAS DEL CUELLO / 1018
Capa endocrina de las vísceras cervicales / 1018
Capa respiratoria de las vísceras cervicales / 1021
■ **TABLA 8-5.** Músculos de la laringe / 1028
Capa alimentaria de las vísceras cervicales / 1032
■ **TABLA 8-6.** Músculos de la faringe / 1037
Anatomía de superficie de las capas endocrina y respiratoria de las vísceras cervicales / 1038
LINFÁTICOS DEL CUELLO / 1051

9 Resumen de los nervios craneales / 1053

VISIÓN GENERAL / 1054
NERVIO OLFATORIO (NC I) / 1054
■ **TABLA 9-1.** Nervios craneales: inserción en el sistema nervioso central, funciones generales y distribución / 1057
■ **TABLA 9-2.** Resumen de los nervios craneales / 1058
■ **TABLA 9-3.** Ganglios parasimpáticos craneales: localización, raíces parasimpáticas y simpáticas, y distribución principal / 1060
NERVIO ÓPTICO (NC II) / 1061
NERVIO OCULOMOTOR (NC III) / 1062
NERVIO TROCLEAR (NC IV) / 1064
NERVIO TRIGÉMINO (NC V) / 1065
Nervio oftálmico (NC V_1) / 1065
Nervio maxilar (NC V_2) / 1065
Nervio mandibular (NC V_3) / 1065
■ **TABLA 9-4.** Resumen de las divisiones del nervio trigémino (NC V) / 1067
NERVIO ABDUCENS (NC VI) / 1068
NERVIO FACIAL (NC VII) / 1068
NERVIO VESTIBULOCOCLEAR (NC VIII) / 1071
NERVIO GLOSOFARÍNGEO (NC IX) / 1072
NERVIO VAGO (NC X) / 1073
NERVIO ACCESORIO (NC XI) / 1075
NERVIO HIPOGLOSO (NC XII) / 1075
■ **TABLA 9-5.** Resumen del nervio vago (NC X) / 1076
■ **TABLA 9-6.** Resumen de las lesiones de los nervios craneales / 1079

Lista de cuadros azules

Introducción a la anatomía con orientación clínica

Sistema tegumentario. Signos del color de la piel en el diagnóstico físico. Incisiones y cicatrices en la piel. Estrías cutáneas. Traumatismos y heridas en la piel / 14

Fascias. Planos fasciales y cirugía / 19

Huesos. Huesos accesorios. Huesos heterotópicos. Traumatismos y cambios óseos. Osteoporosis. Punción esternal. Crecimiento del hueso y valoración de la edad ósea. Efectos de la enfermedad y la dieta sobre el crecimiento óseo. Desplazamiento y separación de las epífisis. Necrosis avascular / 23

Articulaciones. Articulaciones del cráneo en el recién nacido. Artropatías degenerativas. Artroscopia / 28

Músculos esqueléticos. Disfunción muscular y parálisis. Ausencia de tono muscular. Dolor y distensiones musculares. Crecimiento y regeneración del músculo esquelético. Pruebas musculares / 35

Músculo cardíaco y músculo liso. Hipertrofia del miocardio e infarto de miocardio. Hipertrofia e hiperplasia del músculo liso / 37

Sistema cardiovascular. Arterioesclerosis: isquemia e infarto. Varices o venas varicosas / 42

Sistema linfoide. Propagación del cáncer. Linfangitis, linfadenitis y linfedema / 45

Sistema nervioso central y periférico. Lesiones del SNC. Rizotomía. Degeneración e isquemia de los nervios / 53

1 Tórax

Pared torácica. Dolor torácico. Fracturas de costilla. Tórax batiente. Toracotomía, incisiones en el espacio intercostal y extirpación de una costilla. Costillas supernumerarias. Función de protección y envejecimiento de los cartílagos costales. Apófisis xifoides osificada. Fracturas del esternón. Esternotomía media. Biopsia esternal. Anomalías del esternón. Síndrome de la salida del tórax. Luxación de las costillas. Separación de las costillas. Parálisis del diafragma / 83

Músculos, vasos y nervios de la pared torácica. Disnea: respiración dificultosa. Abordaje quirúrgico intratorácico extrapleural. Infección por herpes zóster de los ganglios espinales. Bloqueo de un nervio intercostal / 96

Mamas. Cambios en las mamas. Cuadrantes de las mamas. Cáncer de mama. Mamografía. Incisiones quirúrgicas en la mama. Polimastia, politelia y amastia. Cáncer de mama en el varón. Ginecomastia / 104

Pleuras, pulmones y árbol traqueobronquial. Lesiones de la pleura cervical y el vértice del pulmón. Lesiones de otras partes de la pleura. Colapso pulmonar. Neumotórax, hidrotórax y hemotórax. Toracocentesis. Inserción de una sonda pleural. Pleurectomía y pleurodesis. Toracoscopia. Pleuritis. Variaciones en los lóbulos pulmonares. Aspecto de los pulmones e inhalación de partículas de carbón y de irritantes. Auscultación y percusión de los pulmones. Aspiración de cuerpos extraños. Broncoscopia. Resecciones pulmonares. Atelectasias segmentarias. Embolia pulmonar. Drenaje linfático y adherencias pleurales. Hemoptisis. Carcinoma broncógeno. Cáncer de pulmón y nervios mediastínicos. Dolor pleural. Radiografías del tórax / 120

Visión general del mediastino y el pericardio. Posiciones de las vísceras respecto a las divisiones del mediastino. Mediastinoscopia y biopsias del mediastino. Ensanchamiento del mediastino. Significación quirúrgica del seno transverso del pericardio. Exposición de las venas cavas. Pericarditis, roce pericárdico y derrame pericárdico. Taponamiento cardíaco. Pericardiocentesis. Anomalías posicionales del corazón / 132

Corazón. Cateterismo cardíaco. Embriología de la aurícula (atrio) derecha. Defectos de tabicación. Percusión del corazón. Accidentes vasculares cerebrales o ictus. Bases para la denominación de las valvas de las válvulas aórtica y pulmonar. Enfermedad valvular cardíaca (valvulopatía). Ecocardiografía. Angiografía coronaria. Arteriopatía coronaria o cardiopatía isquémica. Angina de pecho. Derivación aortocoronaria *(bypass)*. Angioplastia coronaria. Circulación colateral a través de las venas cardíacas mínimas. Electrocardiografía. Oclusión coronaria y sistema de conducción del corazón. Marcapasos cardíaco artificial. Reiniciar el corazón. Fibrilación del corazón. Desfibrilación del corazón. Dolor cardíaco referido / 151

Mediastino superior, posterior y anterior. Variaciones de las grandes arterias. Aneurisma de la aorta ascendente. Coartación de la aorta. Lesión de los nervios laríngeos recurrentes. Bloqueo del esófago. Desgarro del conducto torácico. Variaciones del conducto torácico. Rutas venosas colaterales hacia el corazón. Cambios en el timo relacionados con la edad. Angiografía aórtica. Radiografías del mediastino. TC y RM del mediastino / 174

2 Abdomen

Fascias y músculos de la pared anterolateral del abdomen. Importancia clínica de las fascias y de los espacios fasciales de la pared abdominal. Protrusión del abdomen. Hernias abdominales. **Vascularización e inervación de la pared anterolateral del abdomen.** Palpación de la pared anterolateral del abdomen. Reflejos abdominales superficiales. Lesiones de los nervios de la pared anterolateral en el abdomen. Incisiones quirúrgicas en el abdomen. Inversión del flujo venoso y vías colaterales de las venas abdominales superficiales / 197

Cara interna de la pared anterolateral del abdomen y región inguinal. Falta de descenso testicular (criptorquidia). Hernia supravesicular externa. Permeabilidad posnatal de la vena umbilical. Metástasis del cáncer de útero en los labios mayores. **Cordón espermático, escroto y testículo.** Hernias inguinales. Reflejo cremastérico. Quistes y hernias del conducto de Nuck. Hidrocele del cordón espermático, del testículo o de ambos. Hematocele testicular. Torsión del cordón espermático. Anestesia del escroto. Espermatocele y quiste epididimario. Vestigios de los conductos genitales embrionarios. Varicocele. Cáncer testicular y escrotal / 211

Peritoneo y cavidad peritoneal. Permeabilidad y bloqueo de las trompas uterinas. Peritoneo y procedimientos quirúrgicos. Peritonitis y ascitis. Adherencias peritoneales y adhesiotomía. Paracentesis abdominal. Inyección intraperitoneal y diálisis peritoneal. Funciones del omento mayor. Formación de abscesos. Diseminación de líquidos patológicos. Flujo de líquido ascítico y pus. Líquido en la bolsa omental. Intestino en la bolsa omental. Corte de la arteria cística / 223

Esófago y estómago. Varices esofágicas. Pirosis. Desplazamiento del estómago. Hernia de hiato. Espasmo pilórico. Estenosis hipertrófica congénita del píloro. Carcinoma gástrico. Gastrectomía y resección de nódulos linfáticos. Úlceras gástricas, úlceras pépticas, *Helicobacter pylori* y vagotomía. Dolor referido visceral. **Intestino delgado e intestino grueso.** Úlceras duodenales. Cambios evolutivos en el mesoduodeno. Hernias paraduodenales. Breve revisión de la rotación embrionaria del intestino medio. Desplazarse por el intestino delgado. Isquemia intestinal. Divertículo ileal. Situación del apéndice vermiforme. Apendicitis. Apendicectomía. Colon ascendente móvil. Colitis, colectomía, ileostomía y colostomía. Colonoscopia. Diverticulosis. Vólvulo del colon sigmoide / 254

Bazo y páncreas. Rotura esplénica. Esplenectomía y esplenomegalia. Bazo(s) accesorio(s). Biopsia esplénica con aguja y esplenoportografía. Bloqueo de la ampolla hepatopancreática y pancreatitis. Colangiopancreatografía retrógada endoscópica. Tejido pancreático accesorio. Pancreatectomía. Rotura del páncreas. Cáncer pancreático. **Hígado, vías biliares y vesícula biliar.** Palpación del hígado. Abscesos subfrénicos. Lobectomías y segmentectomías hepáticas. Rotura del hígado. Arterias hepáticas aberrantes. Variaciones en las relaciones de las arterias hepáticas. Hepatomegalia. Cirrosis hepática. Biopsia hepática. Vesícula biliar móvil. Variaciones de los conductos cístico y hepático. Conductos hepáticos accesorios. Litiasis biliar. Cálculos biliares en el duodeno. Colecistectomía. Hipertensión portal. Derivaciones portosistémicas / 281

Riñones, uréteres y glándulas suprarrenales. Palpación de los riñones. Absceso perinéfrico. Nefroptosis. Trasplante renal. Quistes renales. Dolor en la región pararrenal. Vasos renales accesorios. Síndrome de atrapamiento de la vena renal. Anomalías congénitas de los riñones y los uréteres. Cálculos renales y ureterales / 298

Diafragma. Hipo. Sección del nervio frénico. Dolor referido del diafragma. Rotura del diafragma y hernia de las vísceras. Hernia diafragmática congénita. **Pared posterior del abdomen.** Absceso del psoas. Dolor abdominal posterior. Simpatectomía lumbar parcial. Pulsaciones aórticas y aneurisma de la aorta abdominal. Vías colaterales de la sangre venosa abdominopélvica / 316

3 Pelvis y periné

Cintura pélvica. Variaciones de las pelvis masculina y femenina. Diámetros (conjugados) pélvicos. Fracturas de la pelvis. Relajación de los ligamentos pélvicos y aumento de la movilidad articular durante el embarazo. Espondilólisis y espondilolistesis / 334

Cavidad pélvica. Lesión del suelo pélvico. Educación prenatal de «relajación» para el parto participativo / 348

Estructuras vasculonerviosas de la pelvis. Lesión yatrógena de los uréteres. Ligadura de la arteria ilíaca interna y circulación colateral de la pelvis. Lesión de los nervios de la pelvis / 361

Órganos urinarios y recto. Afectación yatrógena de la vascularización ureteral. Cálculos ureterales. Cistocele-Hernia de la vejiga. Cistotomía suprapúbica. Rotura vesical. Cistoscopia. Diferencias clínicamente relevantes entre las uretras masculina y femenina. Tacto rectal. Resección del recto (rectectomía) / 373

Genitales internos masculinos. Esterilización masculina. Abscesos en las vesículas seminales. Hipertrofia prostática / 381

Genitales internos femeninos. Infecciones del tracto genital femenino. Permeabilidad de las trompas uterinas. Ligadura de las trompas uterinas. Embarazo ectópico tubárico. Vestigios de los conductos embrionarios. Útero bicorne. Disposición del útero y prolapso uterino. Exploración manual del útero. Cambios en la anatomía normal del útero durante la vida. Cáncer de cuello uterino, exploración del cuello del útero y citología vaginal. Histerectomía. Distensión vaginal. Exploración manual a través de la vagina. Fístulas vaginales. Culdoscopia y culdocentesis. Exploración laparoscópica de las vísceras pélvicas. Anestesia durante el parto / 391

Periné. Rotura del cuerpo perineal. Episiotomía. Rotura de la uretra en el varón y extravasación de orina. Emaciación y prolapso rectal. La línea pectínea, un punto de referencia clínicamente importante. Fisuras anales y abscesos perianales. Hemorroides. Incontinencia anorrectal / 414

Triángulo urogenital masculino. Sondaje uretral. Distensión del escroto. Palpación de los testículos. Hipospadias. Fimosis, parafimosis y circuncisión. Impotencia y disfunción eréctil / 425

Triángulo urogenital femenino. Circuncisión femenina. Traumatismo vulvar. Infección de las glándulas vestibulares mayores. Bloqueo de los nervios pudendo e ilioinguinal. Ejercicios para desarrollar los músculos perineales femeninos. Vaginismo / 432

4 Dorso

Vértebras. Osteoporosis del cuerpo vertebral. Laminectomía. Luxación de las vértebras cervicales. Fractura y luxación del atlas. Fractura y luxación del axis. Estenosis espinal lumbar. Costillas cervicales. Anestesia epidural caudal. Lesiones del cóccix. Fusión anormal de las vértebras. Efecto del envejecimiento sobre las vértebras. Anomalías de las vértebras / 456

Columna vertebral. Envejecimiento de los discos intervertebrales. Hernia del núcleo pulposo. Fractura del diente del axis. Rotura del ligamento transverso del atlas. Rotura de los ligamentos alares. Fracturas y luxaciones de las vértebras. Traumatismos y patología de las articulaciones cigapofisarias. Dorsalgia (dolor de espalda). Curvaturas anormales de la columna vertebral / 474

Músculos del dorso. Distensiones y esguinces. Disminución del riego sanguíneo del tronco del encéfalo / 495

Contenido del conducto vertebral. Compresión de las raíces de los nervios espinales lumbares. Mielografía. Desarrollo de las meninges y del espacio subaracnoideo. Punción lumbar. Anestesia espinal. Anestesia (bloqueo) epidural. Isquemia de la médula espinal. Lesiones de la médula espinal / 505

5 Miembro inferior

Huesos del miembro inferior. Lesiones del miembro inferior. Traumatismos del hueso coxal. Coxa vara y coxa valga. Deslizamiento epifisario de la cabeza femoral. Fracturas del fémur. Fracturas de la tibia. Fracturas que afectan a las láminas epifisarias. Fracturas del peroné. Injertos óseos. Fracturas del calcáneo.

Fracturas del cuello del astrágalo. Fracturas de los metatarsianos. Hueso trígono. Fractura de huesos sesamoideos / 525

Fascias, venas, linfáticos y nervios cutáneos del miembro inferior. Síndromes compartimentales y fasciotomía. Varices, trombosis y tromboflebitis. Injertos de vena safena. Disección de la vena safena y lesión del nervio safeno. Adenopatías inguinales. Bloqueos nerviosos regionales del miembro inferior. Alteraciones de la función sensitiva / 540

Regiones anterior y medial del muslo. Contusiones en la cadera y el muslo. Absceso en el psoas. Parálisis del cuádriceps femoral. Condromalacia rotuliana. Fracturas de la rótula. Alteraciones de la osificación de la rótula. Reflejo rotuliano. Trasplante del músculo grácil. Distensión inguinal. Lesión del aductor largo. Palpación, compresión y canulación de la arteria femoral. Laceración de la arteria femoral. Denominación errónea potencialmente mortal. Variz en la vena safena. Localización de la vena femoral. Canulación de la vena femoral. Hernias femorales. Arteria obturatriz sustituida o accesoria / 558

Regiones glútea y posterior del muslo. Bursitis trocantérea. Bursitis isquiática. Lesiones de los músculos isquiotibiales. Lesión del nervio glúteo superior. Bloqueo anestésico del nervio ciático. Lesiones del nervio ciático. Inyecciones intraglúteas / 581

Fosa poplítea y pierna. Abscesos y tumores poplíteos. Pulso poplíteo. Hemorragias y aneurismas poplíteos. Lesiones del nervio tibial. Contención y diseminación de infecciones compartimentales en la pierna. Distensión del tibial anterior (síndrome de estrés de la tibia). Músculos peroneos y evolución del pie humano. Lesión del nervio peroneo común y pie caído. Atrapamiento del nervio peroneo profundo. Atrapamiento del nervio peroneo superficial. Sesamoideo en el gastrocnemio. Tendinitis calcánea. Rotura del tendón calcáneo. Reflejo aquíleo. Ausencia de flexión plantar. Distensión del gastrocnemio. Bursitis calcánea. Retorno venoso de la pierna. Sóleo accesorio. Pulso tibial posterior / 604

Pie. Fascitis plantar. Infecciones del pie. Contusión del extensor corto de los dedos. Injertos de nervio sural. Bloqueo anestésico del nervio peroneo superficial. Reflejo plantar. Atrapamiento del nervio plantar medial. Palpación del pulso de la arteria dorsal del pie. Heridas hemorrágicas de la planta del pie. Linfadenopatías / 624

Articulaciones del miembro inferior. Bipedestación y congruencia de las superficies articulares de la articulación de la cadera. Fracturas del cuello del fémur. Artroplastia de cadera. Necrosis de la cabeza del fémur en niños. Luxación de la articulación de la cadera. Piernas arqueadas y en X. Luxación de la rótula. Síndrome femororrotuliano. Lesiones de la articulación de la rodilla. Artroscopia de la articulación de la rodilla. Aspiración de la articulación de la rodilla. Bursitis en la región de la rodilla. Quistes poplíteos. Artroplastia de rodilla. Lesiones del tobillo. Atrapamiento del nervio tibial. Deformidad en valgo del dedo gordo. Dedo en martillo. Dedos en garra. Pie plano. Pie zambo / 659

6 Miembro superior

Huesos del miembro superior. Lesiones del miembro superior. Variaciones de la clavícula. Fractura de la clavícula. Osificación de la clavícula. Fractura de la escápula. Fracturas del húmero. Fracturas del cúbito y el radio. Fractura del escafoides. Fractura del ganchoso. Fractura de los metacarpianos. Fractura de las falanges / 683

Regiones pectoral, escapular y deltoidea. Ausencia de músculos pectorales. Parálisis del serrato anterior. Triángulo de auscultación. Lesión del nervio accesorio (NC XI). Lesión del nervio toracodorsal. Lesión del nervio dorsal de la escápula. Lesión del nervio axilar. Fractura-luxación de la epífisis proximal del húmero. Lesiones del manguito de los rotadores / 709

Axila. Anastomosis arteriales alrededor de la escápula. Compresión de la arteria axilar. Aneurisma de la arteria axilar. Lesiones de la vena axilar. Papel de la vena axilar en la punción de la vena subclavia. Hipertrofia de los nódulos linfáticos axilares. Disección de los nódulos linfáticos axilares. Variaciones del plexo braquial. Lesiones del plexo braquial. Bloqueo del plexo braquial / 726

Brazo y fosa del codo. Reflejo miotático bicipital. Tendinitis del bíceps braquial. Desplazamiento del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Rotura del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Interrupción del flujo sanguíneo en la arteria braquial. Fractura del cuerpo del húmero. Lesión del nervio musculocutáneo. Lesión del nervio radial en el brazo. Punción venosa en la fosa del codo. Variaciones de las venas de la fosa del codo / 741

Antebrazo. Tendinitis del codo o epicondilitis lateral. Dedo en martillo o dedo de béisbol. Fractura del olécranon. Quiste sinovial del carpo. División alta de la arteria braquial. Arteria cubital superficial. Medición de la frecuencia del pulso. Variaciones en el origen de la arteria radial. Lesión del nervio mediano. Síndrome del pronador. Comunicaciones entre los nervios mediano y cubital. Lesión del nervio cubital en el codo y en el antebrazo. Síndrome del túnel cubital. Lesión del nervio radial en el antebrazo (ramos superficial o profundo) / 766

Mano. Contractura de Dupuytren de la fascia palmar. Infecciones de la mano. Tendosinovitis. Laceración de los arcos palmares. Isquemia de los dedos. Lesiones del nervio mediano. Síndrome del túnel carpiano (conducto carpiano). Traumatismos del nervio mediano. Síndrome del conducto cubital. Neuropatía del manillar. Lesión del nervio radial en el brazo y pérdida de habilidad manual. Dermatoglifos. Heridas palmares e incisiones quirúrgicas / 789

Articulaciones del miembro superior. Luxación de la articulación esternoclavicular. Anquilosis de la articulación esternoclavicular. Luxación de la articulación acromioclavicular. Tendinitis cálcica del supraespinoso. Lesiones del manguito de los rotadores. Luxación de la articulación del hombro. Lesión del nervio axilar. Desgarros del rodete glenoideo. Capsulitis adhesiva de la articulación del hombro. Bursitis del codo. Avulsión del epicóndilo medial. Reconstrucción del ligamento colateral cubital. Luxación de la articulación del codo. Subluxación y luxación de la cabeza del radio. Fracturas y luxaciones del carpo. Pulgar de domador de toros. Pulgar de esquiador / 813

7 Cabeza

Cráneo. Traumatismos craneales. Cefaleas y dolor facial. Traumatismos de los arcos superciliares. Enrojecimiento malar. Fracturas de los maxilares y huesos asociados. Fracturas de la mandíbula. Resorción del hueso alveolar. Fracturas de la calvaria. Acceso quirúrgico a la cavidad craneal: colgajos óseos. Desarrollo del cráneo. Cambios de la cara asociados con la edad. Obliteración de las suturas craneales. Cambios en el cráneo relacionados con la edad. Craneosinostosis y malformaciones craneales / 837

Cara y cuero cabelludo. Heridas e incisiones faciales. Traumatismos del cuero cabelludo. Heridas del cuero cabelludo. Infecciones del cuero cabelludo. Quistes sebáceos. Cefalohematoma. Ensanchamiento de las narinas. Parálisis de los músculos de la cara. Bloqueo del nervio infraorbitario. Bloqueo de los nervios mentoniano e incisivo. Bloqueo del nervio bucal. Neuralgia del trigémino. Lesiones del nervio trigémino. Infección por herpes zóster del ganglio del trigémino. Pruebas de la función sensitiva del NC V. Lesiones del nervio facial. Compresión de la arteria facial. Pulsos de las arterias de la cara y el cuero cabelludo. Estenosis de la arteria carótida interna. Heridas del cuero cabelludo. Carcinoma escamoso del labio / 860

Cavidad craneal y meninges. Fractura del pterión. Tromboflebitis de la vena facial. Traumatismos craneales cerrados. Hernia tentorial. Abombamiento del diafragma de la silla. Oclusión de las venas cerebrales y los senos venosos de la duramadre. Metástasis de células tumorales a los senos venosos de la duramadre. Fracturas de la base del cráneo. Origen dural de las cefaleas. Leptomeningitis. Traumatismos craneales y hemorragia intracraneal / 874

Encéfalo. Traumatismos cerebrales. Punción cisternal. Hidrocefalia. Fuga de líquido cefalorraquídeo. Anastomosis de las arterias cerebrales y embolia cerebral. Variaciones del círculo arterial del cerebro. Ictus o accidente vascular cerebral. Infarto cerebral. Ataques de isquemia transitoria / 885

Región orbitaria, órbita y globo ocular. Fracturas de la órbita. Tumores orbitarios. Traumatismos de los nervios que inervan los párpados. Inflamación de las glándulas palpebrales. Hiperemia de la conjuntiva. Hemorragias subconjuntivales. Desarrollo de la retina. Desprendimiento de retina. Reflejo fotomotor. Uveítis. Oftalmoscopia. Papiledema. Presbiopía y cataratas. Coloboma del iris. Glaucoma. Hemorragia en la cámara anterior. Ojo artificial. Reflejo corneal. Erosiones y desgarros corneales. Úlceras y trasplantes corneales. Síndrome de Horner. Parálisis de los músculos extrínsecos del globo ocular/Parálisis de los nervios orbitarios. Bloqueo de la arteria central de la retina. Bloqueo de la vena central de la retina / 909

Regiones parotídea y temporal, fosa infratemporal y articulación temporomandibular. Parotidectomía. Infección de la glándula parótida. Absceso parotídeo. Sialografía del conducto parotídeo. Bloqueo del conducto parotídeo. Glándula parótida accesoria. Bloqueo del nervio mandibular. Bloqueo del nervio alveolar inferior. Luxación de la articulación temporomandibular. Artritis de la articulación temporomandibular / 926

Región bucal. Fisura labial. Cianosis de los labios. Frenillo labial hipertrófico. Gingivitis. Caries dental, pulpitis y abscesos dentales. Dientes supernumerarios (hiperodoncia). Extracciones dentales. Implantes dentales. Bloqueo nasopalatino. Bloqueo palatino mayor. Fisura palatina. Reflejo nauseoso. Parálisis del músculo geniogloso. Traumatismos del nervio hipogloso. Absorción sublingual de los fármacos. Carcinoma lingual. Frenectomía. Escisión de la glándula submandibular y extracción de un cálculo. Sialografía de los conductos submandibulares / 946

Fosa pterigopalatina. Abordaje transantral a la fosa pterigopalatina / 954

Nariz. Fracturas nasales. Desviación del tabique nasal. Rinitis. Epistaxis. Sinusitis. Infección de las celdillas etmoidales. Infección de los senos maxilares. Relación de los dientes con el seno maxilar. Transiluminación de los senos / 963

Oído. Traumatismos de la oreja. Exploración otoscópica. Otitis externa aguda. Otitis media. Perforación de la membrana timpánica. Mastoiditis. Bloqueo de la trompa auditiva. Parálisis del estapedio. Cinetosis. Vértigo y sordera. Síndrome de Ménière. Sordera para los sonidos altos. Barotrauma ótico / 977

8 Cuello

Huesos del cuello. Dolor cervical. Lesiones de la columna vertebral cervical. Fractura del hueso hioides / 985

Fascia cervical. Parálisis del platisma. Propagación de infecciones cervicales / 988

Estructuras superficiales del cuello: regiones cervicales. Tortícolis congénito. Tortícolis espasmódico. Punción de la vena subclavia. Cateterización cardíaca derecha. Prominencia de la vena yugular externa. Sección de la vena yugular externa. Lesiones del nervio accesorio (NC XI). Sección del nervio frénico, bloqueo del nervio frénico y aplastamiento del nervio frénico. Bloqueos nerviosos en la región cervical lateral. Lesión del nervio supraescapular. Ligadura de la arteria carótida externa. Disección quirúrgica del triángulo carotídeo. Oclusión carotídea y endarterectomía. Pulso carotídeo. Hipersensibilidad del seno carotídeo. Papel de los glomus (cuerpos) carotídeos. Pulso yugular interno. Punción de la vena yugular interna / 1007

Estructuras profundas del cuello. Bloqueo del ganglio cervicotorácico. Lesión del tronco simpático en el cuello / 1017

Vísceras del cuello. Arteria tiroidea ima. Quistes del conducto tirogloso. Glándula tiroides aberrante. Tejido glandular tiroideo accesorio. Lóbulo piramidal de la glándula tiroides. Aumento de tamaño de la glándula tiroides. Tiroidectomía. Lesión de los nervios laríngeos recurrentes. Extirpación involuntaria de las glándulas paratiroides. Fracturas del esqueleto laríngeo. Laringoscopia. Maniobra de Valsalva. Aspiración de cuerpos extraños y maniobra de Heimlich. Traqueostomía. Lesiones de los nervios laríngeos. Bloqueo del nervio laríngeo superior. Cáncer de laringe. Cambios de la laringe con la edad. Cuerpos extraños en la laringofaringe. Trayecto fistuloso desde el receso piriforme. Amigdalectomía. Adenoiditis. Fístula branquial. Senos y quistes branquiales. Lesiones del esófago. Fístula traqueoesofágica. Cáncer de esófago. Zonas de traumatismos penetrantes del cuello / 1040

Linfáticos del cuello. Disecciones radicales de cuello / 1052

9 Resumen de los nervios craneales

Nervios craneales. Lesiones de los nervios craneales. **Nervio olfatorio.** Anosmia (pérdida del olfato). Alucinaciones olfatorias. **Nervio óptico.** Enfermedades desmielinizantes y nervio óptico. Neuritis óptica. Trastornos del campo visual. **Nervio oculomotor.** Lesiones del nervio oculomotor. Compresión del nervio oculomotor. Aneurisma de la arteria cerebral posterior o de la arteria cerebelosa superior. **Nervio troclear. Nervio trigémino.** Lesión del nervio trigémino. Anestesia dental. **Nervio abducens. Nervio facial. Nervio vestibulococlear.** Lesiones del nervio vestibulococlear. Sordera. Neurinoma del acústico. Traumatismos y vértigo. **Nervio glosofaríngeo.** Lesiones del nervio glosofaríngeo. Neuralgia del glosofaríngeo. **Nervio vago. Nervio accesorio. Nervio hipogloso** / 1078

Créditos de las figuras

INTRODUCCIÓN

Fig. I-18 Moore KL, Agur AMR: Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. Fig. I-9, p. 21.
Fig. I-20 Hamill JH, Knutzan K: Biochemical Basis of Human Movement. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2003.
Fig. I-22A & B *Basado en* Seifter J et al.: Concepts in Medical Physiology. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. P. 186.
Fig. I-22C *Basado en* Silverthorn. Human Physiology. 4th ed. Tappan, NJ: Pearson Education, 2007. P. 459.
Fig. I-28 *Basado en* van de Graaff K: Human Anatomy. 4th ed. Dubuque, IA: WC Brown, 1995.
Fig. I-37 Agur AMR., Dalley AF. Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2004. Fig. 1-18.
Fig. I-47 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. I-26, p. 42.
Fig. I-50 Daffner RH: Clinical Radiology: The Essentials. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998.
Fig. I-52 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. I-53 Wicke L: Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed. Ed and trans: Taylor AN. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998. [Wicke L: Roentgen-Anatomie Normalbefunde. 5th ed. Munich: Urban and Schwarzenberg, 1995.]
Fig. I-54 Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. I-55 Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. I-56 Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. CI-1 van de Graaff K: Human Anatomy. 4th ed. Dubuque, IA: WC Brown, 1995.
Fig. CI-2 Rassner G: Atlas of Dermatology. 3rd ed. Trans: Burgdorf WHC. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994 (photo); Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. CI-4 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. CI-5 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. CI-6 Agur AMR. Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1991.
Fig. CI-8 Willis MC: Medical Terminology: The Language of Health Care. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1995.
Fig. CI-9 Roche Lexikon Medizin. 4th ed. Munich: Urban & Schwarzenberg, 1998.

CAPÍTULO 1

Fig. 1-1 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1991
Fig. 1-4 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
Fig. 1-5 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-7 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-12 Clay JH, Pounds DM: Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
Fig. 1-13 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-14 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-16 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 1-16.
Fig. 1-19 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-24C Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Michael Schenk, Jackson, MS).
Fig. 1-30A Dean D, Herbener TE: Cross-Sectional Anatomy. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
Fig. 1-32 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-33A Moore KL, Agur AMR: Essential Clinical Anatomy. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. Fig. T1-4, p. 73.
Fig. 1-33B & C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 1-27.
Fig. 1-34A & C Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed. Fig. 1-26*A* & *B*.
Fig. 1-34B & D Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 1-15*A* & *B*.
Fig. 1-35A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-44 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-46 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 1-44*B*, p. 51.
Fig. 1-48 Moore KL, Persaud TVN. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. 7th ed. Philadelphia: Saunders, 2003. Fig. 8-5*A*, *B*, & *D*, p. 150.
Fig. 1-50 Torrent-Guasp F, Buckberg GD, Clemente C, et al.: The structure and function of the helical heart and its buttress wrapping. I. The normal macroscopic structure of the heart. Semin Thoracic Cardiovasc Surg 2001;13:30.
Fig. 1-53 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-54 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-56 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-57A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-57B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-62 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 1-63 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-65 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-69 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-70 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 1-74 Agur AMR, Ming JL: Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.
Fig. C1-6A Bickley LS, Szilagyi PG: Bates' Guide to Physical Examination. 8th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
Fig. C1-6B Brant WE, Helms CA: Fundamentals of Diagnostic Radiology. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.
Fig. C1-7 Hall-Craggs ECB: Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995
Fig. C1-9 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C1-11A Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. (artista: Mikki Senkarik, San Antonio, TX).
Fig. C1-11B Olympus America, Inc., Melville, NY.
Fig. C1-12A Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C1-12B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. C1-13 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT); fotografías del bronquio, la carina y la tráquea —Feinsilver SH, Fein A: Textbook of Bronchoscopy. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995; fotografía de una broncoscopia— *cortesía de* Temple University Hospital, Philadelphia.
Fig. C1-14 Clinical Radiology: The Essentials. 2nd ed.
Fig. C1-15 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C1-18 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C1-19 The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. 7th ed. Figs. 14-15 y 14-14, p. 345–346.
Fig. C1-21 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. C1-23 Siemens Medical Solutions USA, Inc.

Fig. C1-24 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C1-26 Anatomical Chart Company.
Fig. C1-28 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C1-29 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT); fotografía —*cortesía de* Quinton Cardiology, Inc.
Fig. C1-32 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C1-33 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C1-34 Clinical Radiology: The Essentials. 2nd ed.
Fig. C1-37 Cross-Sectional Anatomy. P. 25.
Fig. C1-38A Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. C1-38B Madden ME. Introduction to Sectional Anatomy. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
Fig. C1-39 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

CAPÍTULO 2

Fig. 2-1 Agur AMR, Dalley AF. Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
Fig. 2-5 Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment.
Fig. 2-7A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-9A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed.
Fig. 2-9B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-12 Essential Clinical Anatomy. 2nd ed.
Fig. 2-13 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-14 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 2-7*C*, p. 129.
Fig. 2-18 Sauerland EK: Grant's Dissector. 12th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
Fig. 2-19 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed.
Fig. 2-23 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-36B Agur AMR: Grant's Method of Anatomy. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1975.
Fig. 2-37A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-37B Essential Clinical Anatomy. 3rd ed.
Fig. 2-38A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-39A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-39B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-42A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-43C Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. 2-44B & C Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-48B Grant's Dissector. 12th ed.
Fig. 2-53A *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-57A Grant's Method of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-57B Grant's Method of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-58C Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT)
Fig. 2-59C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed
Fig. 2-59D Gartner LP, Hiatt JL: Color Atlas of Histology. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
Fig. 2-61 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-62 *Modificado de* Bates' Guide to Physical Examination. 8th ed.
Fig. 2-63 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed.
Fig. 2-64B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-64C & D Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-64E Grant's Dissector. 12th ed.
Fig. 2-67A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed.
Fig. 2-67B–E Karaliotas C. et al: Liver and Biliary Tract Surgery: Embryological Anatomy to 3D-Imaging and Transplant Innovations. Vienna: Springer, 2007.
Fig. 2-69 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-73 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed.
Fig. 2-74 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-76 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-79 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-80 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-85 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-90 Rosse C, Gaddum-Rosse P: Hollinshead's Textbook of Anatomy. 5th ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997.
Fig. 2-91A Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment. 2nd ed.
Fig. 2-91B *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-93 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed.
Fig. 2-95B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 2-71*B*.
Fig. 2-95C Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-97B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-98A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-98C Grant's Dissector. 12th ed.
Fig. 2-99 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-101 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-102A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 2-102B & C Cross-Sectional Anatomy.
Fig. 1.103 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 2-104 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C2-2 Lockhart RD, Hamilton GF, Fyfe FW: Anatomy of the Human Body. Philadelphia: Lippincott, 1959.
Fig. C2-6 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. C2-7 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.; fotografía —*cortesía de* Mission Hospital, Mission Viejo, CA.
Fig. C2-8 Fundamentals of Diagnostic Radiology. 2nd ed.
Fig. C2-9 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C2-10 Stedman's Medical Dictionary. 28th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2006 (artista: Mikki Senkarik, San Antonio, TX).
Fig. C2-11 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C2-15A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C2-15B Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy)
Fig. C2-15D Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C2-16 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C2-17 Fotografía de una colonoscopia —Olympus America, Inc; fotografía de una diverticulosis —Schiller, KFR et al. Colour Atlas of Endoscopy. Chapman and Hall, London, 1986, Springer Science and Business Media; dibujos —Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (diverticulosis —artista: Neil O. Hardy, Westport, CT; colonoscopia— artista: Mikki Senkarik, San Antonio, TX).
Fig. C2-18 Cohen BS. Medical Terminology. 4th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. Fig. 12-8.
Fig. C2-19 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C2-21 *Cortesía de* Dr. J. Helsin, Toronto, ON, Canada.
Fig. C2-22 *Modificado de* Bates' Guide to Physical Examination. 8th ed.
Fig. C2-24B–H Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C2-27 Rubin et al., Rubin's Pathology: Clinicopathologic Foundations of Medicine. 4th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins: 2004.
Fig. C2-28 Grant's Dissector. 12th ed.
Fig. C2-29 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C2-30 (ampliación) Stedman's Medical Dictionary. 28th ed.
Fig. C2-31 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C2-33 Stedman's Dictionary for Health Professionals and Nursing. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. P. 987.
Fig. C2-34A Moore KL, Persaud TVN: Before We Are Born. 7th ed., Saunders (Elsevier), Philadelphia, 2008. Fig. 9-10; *cortesía de* Dr. Nathan E. Wiseman, Professor of Surgery, Children's Hospital, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada.
Fig. C2-34B Moore KL, Persaud TVN: The Developing Human. 8th ed., Saunders (Elsevier), Philadelphia 2008. Fig. 8-12*C*; *cortesía de* Dr. Prem S. Sahni, formerly of Department of Radiology, Children's Hospital, Winnipeg, Manitoba, Canada.

Fig. C2-35 Medscape Gastroenterology 6 (1), 2004. http://www.medscape.com/viewarticle/474658 ©2004, Medscape.
Fig. 2-36 ©Floyd E. Hosmer
Fig. 2-37B Eckert, P et al.: Fibrinklebung, Indikation und Anwendung. München: Urban & Schwarzenberg, 1986.

CAPÍTULO 3

Fig. 3-1B *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-2A & B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-2B & C *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-3A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-4B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-5A Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-5B & C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Figs. 4-19*A* y 4-19*B*, p. 295.
Fig. 3-7B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-9A Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. T3-3*C*, p. 213.
Fig. 3-9B–D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-13A & C *Grant's Atlas of Anatomy*. 12th ed. Figs 3-49*D* y 3-49*A*, p. 258 y 259.
Fig. 3-14A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 3-41, p. 241.
Fig. 3-14B *Basado en* DeLancey JO. Structure support of the urethra as it relates to stress urinary incontinence: The hammock hypothesis. Am J Obstet Gynecol 1994;170:1713–1720.
Fig. 3-15 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-28*A*, p. 226.
Fig. 3-17 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Figs. 3-27*A* y 3-39*A*, p. 224 y p. 242.
Fig. 3-21 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-28B Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 3-9*A*, p. 225.
Fig. 3-29 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-30A Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-35 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-36A Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-36B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-23*C*, p. 220.
Fig. 3-37 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 3-11*B*, p. 227.
Fig. 3-38A Derecha —Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-21*A*, p. 217; izquierda —*modificado de* Dauber W: Pocket Atlas of Human Anatomy. Rev. 5th ed. New York: Thieme. 2007. P. 195.
Fig. 3-39A Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-42 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 3-19*A*, p. 240.
Fig. 3-43A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-22*A*, p. 232.
Fig. 3-45 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-32*C*, p. 233.
Fig. 3-48 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Figs. 3-40*A*, 3-17*B*, 3-30*B*, y 3-40*B*, p. 228 y p. 244.
Fig. 3-49 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-51B *Modificado de* Clemente, CD: Anatomy: A Regional Atlas of the Human Body. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. Fig. 272.1.
Fig. 3-52 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-48A–E, p. 254.
Fig. 3-55A Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-55B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 3-58B Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. T3-11, p. 264.
Fig. 3-61C & D Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Figs. 3-57*C* y 3-55*A*, p. 267 y p. 265.
Fig. 3-61E Das Lexicon der Gesundheit. Munich: Urban & Schwarzenberg Verlag, 1996 (artista: Jonathan Dimes), p. 3.
Fig. 3-62A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-51, p. 261.
Fig. 3-62B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-63 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-54*C*, p. 264.
Fig. 3-64 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-65 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-67A & C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-47*A* & *B*, p. 253.
Fig. 3-69 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-62*B*, p. 272.
Fig. 3-70A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-70B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-60*B*, p. 270.
Fig. 3-71 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 3-72A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-69, p. 279.
Fig. 3-72B *Cortesía de* Dr. M. A. Haider, University of Toronto, Canada.
Fig. 3-72C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-22, p. 218.
Fig. 3-72D & E Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, et al.: Computed Body Tomography with MRI Correlation. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1998.
Fig. 3-72F Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-66*D*, p. 277.
Fig. 3-72G–I *Cortesía de* Dr. M. A. Haider, University of Toronto, Canada.
Fig. 3-73A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-69*A*, p. 279.
Fig. 3-73C, E, G, & H Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Figs. 3-33*A*, 3-65*A*, 3-65*B*, y 3-70*F*, p. 234, p. 275, y p. 281.
Fig. 3-73F *Cortesía de* Dr. M. A. Haider, University of Toronto, Canada.
Fig. C3-2A Beckmann, CR: Obstetrics and Gynecology. 4th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
Fig. C3-2B Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 3rd ed.
Fig. C3-7A & B LearningRadiology.com.
Fig. C3-9D Modificado de Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-10 Hartwig W: Fundamental Anatomy. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. P. 176.
Fig. C3-11 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-13 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C3-14A & B Obstetrics and Gynecology. 4th ed.
Fig. C3-17A–D Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-18A & B Fuller J, Schaller-Ayers J: A Nursing Approach. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, 1994. Fig. C3-11 (artista: Larry Ward, Salt Lake City, UT).
Fig. C3-20A & C–E Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-22 Obstetrics and Gynecology. 4th ed.
Fig. C3-23 A Nursing Approach. 2nd ed.
Fig. C3-24 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-26A Stedman's Medical Dictionary. 28th ed.
Fig. C3-26B *Cortesía de* Bristow RE, Johns Hopkins School of Medicine, Baltimore, MD.
Fig. C3-28 Obstetrics and Gynecology. 4th ed.
Fig. C3-29A & B Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-32 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.
Fig. C3-33A Stedman's Medical Dictionary. 27th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).
Fig. C3-33B Edwards L, ed: Atlas of Genital Dermatology. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.

CAPÍTULO 4

Fig. 4-1C Olson TR: Student Atlas of Anatomy. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996.
Fig. 4-2 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-3 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. 4-4 Pocket Atlas of Human Anatomy. Rev. 5th ed. Fig. B, p. 49.
Fig. 4-5 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-6A–C & Eb *(superior)* *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-6A y Bb *(inferior)* *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-6C & Db *(inferior)* Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 4-7A–C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-7D Becker RF, Wilson JW, Gehweiler JA: Anatomical Basic of Medical Practice. Baltimore: Williams & Wilkins, 1974.
Fig. 4-9 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-10A–C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 4-10 *(fig. orientación)* MacKinnon PCB, Morris JF: Oxford Textbook of Functional Anatomy, Vol. 1. Musculoskeletal System. Oxford, UK: Oxford University Press, 1986, Fig. 8.18b, p. 112.
Fig. 4-14 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-15A *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 4-23A, p. 300.

Fig. 4-20 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-21 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-26 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-28 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-29 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-30 Student Atlas of Anatomy.

Fig. 4-31 Student Atlas of Anatomy.

Fig. 4-32 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 4-38 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 4-40 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-43 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 4-44 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C4-2A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C4-3A–E Clark CR: The Cervical Spine. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998.

Fig. C4-3F & G Computed Body Tomography with MRI Correlation. 3rd ed.

Fig. C4-4D & E The Cervical Spine. 3rd ed.

Fig. C4-5A & B Anatomy of the Human Body.

Fig. C4-10 Human Anatomy. 4th ed. P. 163.

Fig. C4-11 ©LUHS2008. Loyola University Health System, Maywood, IL.; transverse MRI—Choi S-J et al. The use of MRI to predict the clinical outcome of non-surgical treatment for lumbar I-V disc herniation. Korean J Radiol 2007;8:156–163:5a.

Fig. C4-13B GE Healthcare, www.medcyclo.com.

Fig. C4-13C Dean D. Hebener TE: Cross-sectional Human Anatomy. Baltimore LWW 2000.

Fig. C4-13D LearningRadiology.com.

Fig. C4-13E LearningRadiology.com.

Fig. C4-15C The Cervical Spine. 3rd ed.

Fig. C4-16A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C4-16B eMedicine.com, 2008/ http://www.emedicine.com/sports/TOPIC71.HTM.

Fig. C4-16C *Basado en* Drake R et al.: Gray's Atlas of Anatomy. New York: Churchill Livingstone, 2004. P. 30.

Fig. C4-17F Science Photo Library/Custom Medical Stock Photo, Inc.

Fig. C4-17G Princess Margaret Rose Orthopaedic Hospital/Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.; derecha —Anatomical Basic of Medical Practice.

CAPÍTULO 5

Fig. 5-5A Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.

Fig. 5-5B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 5-11 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-13 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-16 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-17A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-18A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-4A & B, p. 357.

Fig. 5-18 (*insert*) Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-4, p. 357.

Fig. 5-19B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-20 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-21A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Table 5-2F, p. 377.

Fig. 5-21B–D, F, & H Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-21E Rose J, Gamble JG. Human Walking. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.

Fig. 5-21G Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment.

Fig. 5-22C Melloni, JL: Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy: By Structures—Arteries, Bones, Muscles, Nerves, Veins. Lippincott Williams & Wilkins, 1988.

Fig. 5-23B–H Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 5-24A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-21*B*.

Fig. 5-24B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-21*C*.

Fig. 5-25 *Modificado de* Frick, Leonhardt, Starck: Human Anatomy 1: General Anatomy. Stuttgart: Thieme Verlag, 1991.

Fig. 5-26A *Modificado de* Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 2.7*C*, p. 129.

Fig. 5-27 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-28A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-16*A*, p. 371.

Fig. 5-28B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-16*C*, p. 371.

Fig. 5-33 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-34A & B Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment.

Fig. 5-34C–J Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-35 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-36A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-38A Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment.

Fig. 5-40A Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment.

Fig. 5-40B & C *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-40D Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-41*B*.

Fig. 5-40E Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 5-42*B*.

Fig. 5-40F Clay JH, Pounds DM: Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. Fig. 9-12, p. 342.

Fig. 5-40G Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-40H Basic Clinical Massage Therapy, 2nd. Fig. 9-14, p. 344.

Fig. 5-41 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-42*(izquierda)* Basic Clinical Massage Therapy

Fig. 5-42*(derecha)* Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy. P. 173.

Fig. 5-43B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 5-44 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3-39*A*, p. 242.

Fig. 5-45A *Modificado de* Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 5-17*B*, p. 348.

Fig. 5-49A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-50 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-51 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-52 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-53A–C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-54A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-55A & B (*ampliación*) Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-55C–F Basic Clinical Massage Therapy.

Fig. 5-56 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-58 Basic Clinical Massage Therapy

Fig. 5-60A–E Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-60F–K Basic Clinical Massage Therapy.

Fig. 5-61 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-63 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-67B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed.

Fig. 5-67C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 5-66, p. 443.

Fig. 5-68A, C, & H Basic Clinical Massage Therapy

Fig. 5-68B, D–G, & J Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-69 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-71 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-73 Basmajian JV, Slonecker CE: Grant's Method of Anatomy: A Clinical Problem-Solving Approach. 11 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1989.

Fig. 5-76A & B Basic Clinical Massage Therapy.

Fig. 5-76E Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-77 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-79A & B Kapandji, IA. The Physiology of the Joints. Vol. 2: Lower Limb. 5th ed. Edinburgh, UK, Churchill Livingstone, 1987.

Fig. 5-79C Basic Clinical Massage Therapy.

Fig. 5-79D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-80B Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.

Fig. 5-81B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Figs 5-30*B* y 5-29*B* & *D*.

Fig. 5-81C & D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-84 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 5-85B Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. 5-87 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-88A & C–E Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-88B Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. 5-89 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-90A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Figs 5-46*B* y 5-44.
Fig. 5-90B & D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-92B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-93B & D *Modificado de* Student Atlas of Anatomy
Fig. 5-95A Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. 5-96A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-97A Atlas of Radiologic Anatomy. 6th English ed.
Fig. 5-98 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-99 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 5-101 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C5-1A Yochum TR, Rowe LJ. Essentials of Skeletal Radiology, Vol. 1, 2nd ed., Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1996. Fig. 9-85, p. 707.
Fig. C5-1B Brunner, LC, Kuo TY: Hip fractures in adults. Am Fam Phys 2003;67(3):Fig. 2.
Fig. C5-1D Rossi F, Dragoni S. Acute avulsion fractures of the pelvis in adolescent competitive athletes. Skel Radiol 2001;30(3):Fig. 7.
Fig. C5-3D Yochum TR, Rowe LJ. Essentials of Skeletal Radiology, 3rd Ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
Fig. C5-4 Essentials of Skeletal Radiology, 3rd ed.
Fig. C5-5 ©eMedicine.com, 2008.
Fig. C5-8D Hatch RL et al.: Diagnosis and management of metatarsal fractures. Am Fam Phys 2007;76(6):217.
Fig. C5-8E Essentials of Skeletal Radiology, Vol. 1, 2nd edition, Fig. 9-104A, p. 737.
Fig. C5-9 Davies M. The os trigonum syndrome. Foot 2004;14(3):Fig. 2.
Fig. C5-10 Doda P, Peh W: Woman with possible right toe fracture. Asia Pacific J Fam Med 2006;5(3):50.
Fig. C5-11B–D Stedman's Medical Dictionary. 28th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT), p. 2090.
Fig. C5-12 LearningRadiology.com.
Fig. C5-13A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C5-13B Kavanagh EC et al.: MRI findings in bipartite patella. Skel Radiol 2007;36(3):Fig. 1a.
Fig. C5-14 Stedman's Medical Dictionary. 28th ed.
Fig. C5-17 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 3.25*B*(*izquierda*).
Fig. C5-19 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. C5-22 Stedman's Medical Dictionary. 28th ed, p. 1661.
Fig. C5-26 (*superior*) www.xray200.co.uk
Fig. C5-28 Essentials of Skeletal Radiology. 2nd ed.
Fig. C5-30 Dibujos —Willis MC: Medical Terminology: A Programmed Learning Approach to the Language of Health Care. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002; radiograph—Clinical Radiology—The Essentials.
Fig. C5-32A–C *Modificado de* Palastanga NP, Field DG, Soames R: Anatomy and Human Movement. 4th ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2002.
Fig. C5-32D Clinical Radiology—The Essentials.
Fig. C5-34 Roche Lexikon Medizin. 4th ed.
Fig. C5-35C Stedman's Medical Dictionary. 28th ed, p. 1184.

CAPÍTULO 6

Fig. 6-3A & B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. 6-3D & E Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-02*D* & *E*.
Fig. 6-5 *Basado en* Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-02F.
Fig. 6-17 Tank W, Gest TR: LWW Atlas of Anatomy. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. Pl. 2-53, p. 82.
Fig. 6-32 Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment, 2nd ed. Fig. 4.28, p. 147.
Fig. 6-33 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-37 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.; Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-20*B*, p. 502
Fig. 6-38B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. 6-39C *Cortesía de* D. Armstrong, University of Toronto, Canada.
Fig. 6-40 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-18, p. 500.
Fig. 6-41 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-19, p. 501.
Fig. 6-43 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. 6-44C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-45 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8.5*F*, p. 757.
Fig. 6-46A–C Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. 6-46D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-47A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-47B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-48 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-26, p. 510.
Fig. 6-49A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-49B–D, F, & G Basic Clinical Massage Therapy. 2nd ed. Figs. 5-1, 5-12, 5-3, 5-6, y 5-10, pgs. 193, 201, 195, 197, y 199.
Fig. 6-50 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-52A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-45*C*, p. 536.
Fig. 6-52B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 6-45*D*, p. 540.
Fig. 6-53 *Modificado de* Hoppenfeld, S, de Boer P. Surgical Exposures in Orthopaedics, 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. Fig. 2-27, p. 89.
Fig. 6-55A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-55B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-45*B*, p. 538.
Fig. 6-56B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-56C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-57*B*, p. 554.
Fig. 6-56E *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-58*B*, p. 555.
Fig. 6-57 *Modificado de* Anderson JE: Grant's Atlas of Anatomy. 7th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1978.
Fig. 6-59 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-60A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-60B & C Basic Clinical Massage Therapy, 2nd ed. Fig. 5.5, p. 186.
Fig. 6-61A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-62 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-63A–C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-66 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-67 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-74B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-06*C*, p. 568.
Fig. 6-75 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-77A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-78 (*superior izquierda y derecha*) Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-81D Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-68*A*, p. 568.
Fig. 6-82 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-83 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-84A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-61, p. 559.
Fig. 6-84B Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 6-89 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-62, p. 560.
Fig. 6-90 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-92 *Modificado de* Hamill J and Knutzen KM: Biomechanical Basis of Human Motion. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1995. Fig. 5-8, p. 153.
Fig. 6-93 Platzer W. Color Atlas of Human Anatomy. Vol. 1: Locomotor System. 4th ed. New York: Thieme, 1992, p. 147 y 149.
Fig. 6-94 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.
Fig. 6-96 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.
Fig. 6-97B & D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-98B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-103 *Modificado de* Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 3rd ed.
Fig. 6-104 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-106B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-107B & C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-108 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.
Fig. 6-109B Grant's Method of Anatomy: A Clinical Problem-Solving Approach. 11th ed.

Fig. 6-110B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C6-5 Rowland LP: Merritt's Textbook of Neurology. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.

Fig. C6-7 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.; fig. orientación — Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 6-20, p. 502.

Fig. C6-9 *Izquierda* —Meschan I. An Atlas of Anatomy Basic to Radiology. Philadelphia: Saunders, 1975; *derecha* —Salter RB. Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998.

Fig. C6-13 Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 3rd ed.

Fig. C6-14 Anderson MK, Hall SJ, Martin M: Foundations of Athletic Training. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1995.

Fig. C6-26 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. C6-30C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C6-31 www.xray200.co.uk.

Fig. C6-32 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. C6-33 John Sleezer/MCT/Landov.

Fig. C6-37A Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment, 2nd ed. Fig. 5-35.

Fig. C6-37C MCT/Landov.

Fig. C6-38 Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System. 3rd ed.

CAPÍTULO 7

Fig. 7-1A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-2A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-2B *Cortesía de* Arthur F. Dalley Ph.D.

Fig. 7-2C *Cortesía de* Arthur F. Dalley Ph.D.

Fig. 7-3 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-2*B*, p. 611.

Fig. 7-4A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-3*B*, p. 613.

Fig. 7-7A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-4*A*, p. 614–615.

Fig. 7-8A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-4*B*, p. 614.

Fig. 7-9A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-5*B*, p. 617.

Fig. 7-9B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-10A–C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-10*A*–*C*, p. 64.

Fig. 7-11 *(superior)* Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-6, p. 619.

Fig. 7-11 *(inferior)* Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-5, p. 617.

Fig. 7-12A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-6*B*, p. 619.

Fig. 7-16 LWW Atlas of Anatomy. Pl. 7-29, p. 324, 382, y 314.

Fig. 7-18 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-21 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-23A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-23C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-13, p. 627.

Fig. 7-28D Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-29A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-30 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-31C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-32 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-33 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 7-35 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-41A & B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-42 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-44A Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 3rd ed.

Fig. 7-44B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 7-36*A*, p. 640.

Fig. 7-45A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-35*A*, p. 655.

Fig. 7-45B *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-45C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-35*C*, p. 655.

Fig. 7-46A LWW Atlas of Anatomy. Pl. 7-58*B*, p. 353.

Fig. 7-46B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-47A LWW Atlas of Anatomy. Pl. 7-57*C*, p. 352.

Fig. 7-47B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-32*A*, p. 651.

Fig. 7-51A Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy: By Structures—Arteries, Bones, Muscles, Nerves, Veins, p. 149.

Fig. 7-51B Human Anatomy. 4th ed. Fig. 15.18, p. 419.

Fig. 7-52 Welch Allyn, Inc., Skaneateles Falls, NY.

Fig. 7-53 Human Anatomy. 4th ed. Fig. 15.17.

Fig. 7-54B Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy. P. 141.

Fig. 7-54C Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy. P. 143.

Fig. 7-56A–D *Modificado de* Girard, Louis: Anatomy of the Human Eye. II. The Extra-ocular Muscles. Teaching Films, Inc. Houston, TX.

Fig. 7-57 Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy. P. 189.

Fig. 7-60 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-61 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-63 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 7-21, p. 539.

Fig. 7-66 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. P. 835.

Fig. 7-67 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-68 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 7-69A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-46*A*.

Fig. 7-69B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-46*C* (izquierda).

Fig. 7-69C & D Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-4*B* & 7-46*C*, (medio).

Fig. 7-70A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-41*B* (detail).

Fig. 7-70B *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-70C Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-45*A*.

Fig. 7-71 *Modificado de* Paff, GH: Anatomy of the Head & Neck. Philadelphia: WB Saunders Co., 1973. Fig. 122-3, p. 62-63.

Fig. 7-72 Basic Clinical Massage Therapy: Integrating Anatomy and Treatment, 2nd ed. Figs. 3-15, 3-16, y 3-19, p. 82, 84, y 86.

Fig. 7-74 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-79 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-79, p. 687.

Fig. 7-80C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-82B *Cortesía de* M. J. Phatoah, University of Toronto, Canada.

Fig. 7-84 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-87A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-52*C*, p. 683.

Fig. 7-87B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-52*D*, p. 683.

Fig. 7-88 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-91 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-92 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-50*B*, p. 680.

Fig. 7-95 *Modificado de* Thibodeau GA, Patton KT: Anatomy and Physiology. 4th ed. St. Louis: Mosby, 1999.

Fig. 7-96A Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 7-96B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-51*A*, p. 681.

Fig. 7-97A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-98 *Modificado de* Anatomy of the Head & Neck. Figs. 238–240, p. 142–143.

Fig. 7-100B & C *Modificado de* Hall-Craggs ECB: Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1990. Fig. 9-100, p. 536.

Fig. 7-101A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-101B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-57*C*, p. 690.

Fig. 7-102 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 7-39*A*., p. 565.

Fig. 7-103A Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-103B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-104A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-64*A*, p. 697

Fig. 7-104B *Cortesía de* E. Becker, University of Toronto, Canada.

Fig. 7-105 Essential Clinical Anatomy. 3rd ed. Fig. 7-39*B*, p. 565.

Fig. 7-106 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Table 9-7.

Fig. 7-107A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-107B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-65*C*, p. 698.

Fig. 7-108B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-108C Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-109O Welch Allyn, Inc., Skaneateles Falls, NY.

Fig. 7-111A Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-112 LWW Atlas of Anatomy. Pl. 7-66*B* & *C*.

Fig. 7-114 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-116 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-117A Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 7-117B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 7-119 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 7-78*A*, p. 715.

Fig. 7-120 Seeley RR, Stephens TR, and Tate P: Anatomy & Physiology. 6th ed. New York: McGraw-Hill 2003. Fig. 15.28, p. 532.

Fig. C7-4 *Cortesía de* www.trauma.org.

Fig. C7-5 *Cortesía de* Dr. E. Becker, Assoc. Prof of Medical Imaging, U. of Toronto, Toronto, Ontario, Canada. Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.

Fig. C7-6 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C7-12 Ger R, Abrahams P, Olson T: Essentials of Clinical Anatomy. 3rd ed. New York: Parthenon, 1996. Fig. C7-12.

Fig. C7-14 ©LUHS2008. Loyola University Health System, Maywood, IL.

Fig. C7-15 Skin Cancer Foundation.

Fig. C7-16 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C7-20A Visuals Unlimited.

Fig. C7-20B *Cortesía de* Dr. Gerald S. Smyser, Altru Health System, Grand Forks, ND.

Fig. C7-23 Stedman's Medical Dictionary. 28th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).

Fig. C7-24 Mann IC: The Development of the Human Eye. New York: Grune & Stratton. 1974.

Fig. C7-25 Welch Allyn, Inc., Skaneateles Falls, NY.

Fig. C7-26 Medical Terminology. 4th ed.

Fig. C7-27 Digital Reference of Ophthalmology, Edward S. Harkness Eye Institute, Department of Ophthalmology of Columbia University.

Fig. C7-28 Stedman's Medical Dictionary. 28th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).

Fig. C7-29 Roche Lexikon Medizin. 3rd ed.

Fig. C7-32 The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. 7th ed.

Fig. C7-33A–D Stedman's Medical Dictionary, 28th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).

Fig. C7-33E *Cortesía de* Dr. Paul Kin, Family and Cosmetic Dentistry. Barrie, ON, Canada.

Fig. C7-34B *Cortesía de* Dr. Paul Kin, Family and Cosmetic Dentistry. Barrie, ON, Canada.

Fig. C7-37 *Cortesía de* Dr. John Mulliken, Children's Hospital Boston, Harvard Medical School, Boston, MA.

Fig. C7-39 *Cortesía de* Eugene Kowaluk Photography.

Fig. C7-40 *Cortesía de* Dr. Joseph B. Jacobs, NYU Medical Center, New York.

Fig. C7-41 Turner, JS: An overview of head and neck. In Walker HK, Hall WD, Hurst JW, eds: Clinical Methods—The History, Physical and Laboratory Examinations. Butterworths, 1990. Figs. 119-1 y 119-2.

Fig. C7-42 Anatomy as the Basis of Clinical Medicine. 3rd ed.

Fig. C7-43 Bechara Y. Ghorayeb MD, Houston, TX.

Fig. C7-44 Welch Allyn, Inc., Skaneateles Falls, NY.

Fig. C7-45 Stedman's Medical Dictionary. 28th ed. (artista: Neil O. Hardy, Westport, CT).

CAPÍTULO 8

Fig. 8-2A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-2B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed. Fig. 4-6, p. 279.

Fig. 8-4A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8-1A, p. 747.

Fig. 8-5 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-8 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-9 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-10 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8-5, p. 757.

Fig. 8-11 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-12 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8-2A, p. 748.

Fig. 8-13B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8-9*B*.

Fig. 8-13C O'Rahilly, Ronan, MD: Gardiner-Gray-O'Rahilly. Anatomy: A Regional Study of Human Structure. 5th ed. Saunders: Philadelphia 1986. Fig. 60-5, p. 690.

Fig. 8-14A Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8-9*A*, p. 762.

Fig. 8-14B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-15 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-16 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-24B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-25B Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 8-9*A*, p. 762.

Fig. 8-26D & E Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 8-27 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-28 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-30A Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-32A & B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-32C *Basado en* Pocket Atlas of Human Anatomy. 5th ed. P. 169, Fig. C, p. 169.

Fig. 8-32D & E Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-33 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-34 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-35C Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-35D & E Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-37 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-41A Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-43B Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-44A Abrahams P: The Atlas of the Human Body. San Diego, CA: Thunder Bay Press, 2002. P. 66.

Fig. 8-44B Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 8-46 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 8-47 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. 8-51 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C8-1 Merritt's Textbook of Neurology. 9th ed.

Fig. C8-3 Siemens Medical Solutions USA, Inc.

Fig. C8-6 Sadler TW. Langman's Medical Embryology. 7th ed. Baltimore:
Williams & Wilkins, 1995.

Fig. C8-7 Leung AKC, Wong Al, Robson WLLM: Ectopic thyroid gland simulating a thyroglossal duct cyst. Can J Surg 1995;38:87. ©1995 Canadian Medical Association.

Fig. C8-8 Grant's Atlas of Anatomy. 9th ed.

Fig. C8-9 Klima: Schilddrüsen-Sonographie. München: Urban & Schwarzenberg Verlag, 1989.

Fig. C8-10 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. C8-11 Rohen JW et al.: Color Atlas of Anatomy: A Photographic Study of the Human Body. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.

Fig. C8-12 Stedman's Medical Dictionary. 27th ed.

Fig. C8-15 *Cortesía de* Dr. D. A. Kernahan, The Children's Memorial Hospital, Chicago.

CAPÍTULO 9

Fig. 9-2 Grant's Atlas of Anatomy. 10th ed.

Fig. 9-3 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-4 Grant's Atlas of Anatomy. 12th ed. Fig. 9-3A.

Fig. 9-8 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-9 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-10 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-12 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-13 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-16 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-17 *Modificado de* Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. 9-18 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Fig. C9-1 Grant's Atlas of Anatomy. 11th ed.

Introducción a la anatomía con orientación clínica

MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA / 2

Anatomía regional / 2

Anatomía sistémica / 3

Anatomía clínica / 4

TERMINOLOGÍA ANATÓMICA Y MÉDICA / 4

Posición anatómica / 5

Planos anatómicos / 5

Términos de relación y comparación / 6

Términos de lateralidad / 7

Términos de movimiento / 7

VARIACIONES ANATÓMICAS / 12

SISTEMA TEGUMENTARIO / 12

■ **CUADRO AZUL: Sistema tegumentario.** Signos del color de la piel en el diagnóstico físico. Incisiones y cicatrices en la piel. Estrías cutáneas. Traumatismos y heridas en la piel / 14

FASCIAS, COMPARTIMIENTOS FASCIALES, BOLSAS Y ESPACIOS POTENCIALES / 16

■ **CUADRO AZUL: Fascias.** Planos fasciales y cirugía / 19

SISTEMA ESQUELÉTICO / 19

Cartílagos y huesos / 19

Detalles y formaciones óseas / 20

■ **CUADRO AZUL: Huesos.** Huesos accesorios. Huesos heterotópicos. Traumatismos y cambios óseos. Osteoporosis. Punción esternal. Crecimiento del hueso y valoración de la edad ósea. Efectos de la enfermedad y la dieta sobre el crecimiento óseo. Desplazamiento y separación de las epífisis. Necrosis avascular / 23

Articulaciones / 25

■ **CUADRO AZUL: Articulaciones.** Articulaciones del cráneo en el recién nacido. Artropatías degenerativas. Artroscopia / 28

TEJIDO Y SISTEMA MUSCULARES / 29

Tipos de músculos (tejido muscular) / 29

Músculos esqueléticos / 29

■ **TABLA I-1.** Tipos de músculos / 30

■ **CUADRO AZUL: Músculos esqueléticos.** Disfunción muscular y parálisis. Ausencia de tono muscular. Dolor y distensiones musculares. Crecimiento y regeneración del músculo esquelético. Pruebas musculares / 35

Músculo estriado cardíaco / 36

Músculo liso / 36

■ **CUADRO AZUL: Músculo cardíaco y músculo liso.** Hipertrofia del miocardio e infarto de miocardio. Hipertrofia e hiperplasia del músculo liso / 37

SISTEMA CARDIOVASCULAR / 37

Circuitos vasculares / 37

Vasos sanguíneos / 37

Arterias / 38

Venas / 41

Capilares sanguíneos / 41

■ **CUADRO AZUL: Sistema cardiovascular.** Arterioesclerosis: isquemia e infarto. Varices o venas varicosas / 42

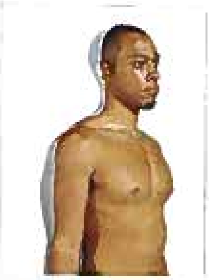
SISTEMA LINFOIDE / 43

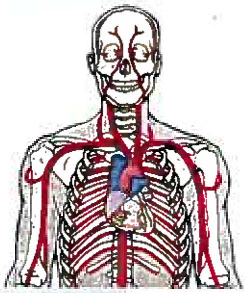
■ **CUADRO AZUL: Sistema linfoide.** Propagación del cáncer. Linfangitis, linfadenitis y linfedema / 45

SISTEMA NERVIOSO / 46

Sistema nervioso central / 46

Sistema nervioso periférico / 47





■ **CUADRO AZUL: Sistema nervioso central y periférico. Lesiones del SNC. Rizotomía. Degeneración e isquemia de los nervios / 53**

Sistema nervioso somático / 57

Sistema nervioso autónomo / 57

■ **TABLA I-2. Funciones del sistema nervioso autónomo / 65**

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN / 66

Radiografía convencional / 66

Tomografía computarizada / 67

Ecografía / 67

Resonancia magnética / 68

Técnicas de medicina nuclear / 70

MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA

La anatomía es el contexto (estructura) en que ocurren los fenómenos (funciones) vitales. La presente obra se ocupa principalmente de la *anatomía macroscópica humana:* el examen de las estructuras humanas que pueden observarse sin la ayuda de un microscopio. Los tres métodos principales para su estudio son la anatomía regional, la anatomía por sistemas y la anatomía clínica (o aplicada), como reflejo de la organización corporal y de las prioridades del estudio y sus objetivos.

Anatomía regional

La **anatomía regional** (anatomía topográfica) considera la organización del cuerpo humano en función de sus partes o segmentos principales (fig. I-1): un cuerpo principal, que se compone de la cabeza, el cuello y el tronco (subdividido en tórax, abdomen, dorso y pelvis/periné), y las parejas de miembros superiores e inferiores. Todas las partes principales pueden subdividirse en áreas y regiones. La anatomía regional es el método para estudiar la estructura del organismo centrando la atención en una determinada parte (p. ej., la cabeza), área (la cara) o región (orbitaria u ocular), examinando la disposición y las relaciones de las diversas estructuras sistémicas (músculos, nervios, arterias, etc.) que contienen, y luego habitualmente con el estudio de las regiones adyacentes en una secuencia ordenada. En esta obra se sigue el método regional; en cada capítulo se estudia la anatomía de una parte principal del organismo. Éste es el método que suele adoptarse en los cursos de anatomía que disponen de un laboratorio de disección. Al estudiar la anatomía por este método, es importante situar la anatomía regional en el contexto anatómico de las regiones y partes adyacentes, así como en el organismo en su conjunto.

La anatomía regional reconoce también la organización corporal por capas: piel, tejido subcutáneo y fascia profunda que cubren las estructuras más profundas de músculos, huesos y cavidades que contienen *vísceras* (órganos internos). Muchas de estas estructuras profundas son parcialmente evidentes bajo las cubiertas exteriores del organismo, y pueden estudiarse y examinarse en el sujeto vivo mediante la anatomía de superficie.

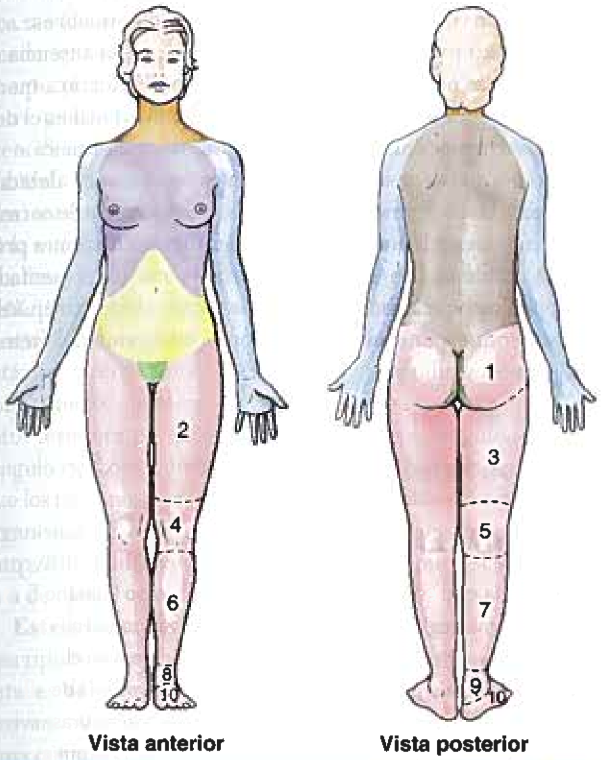
La **anatomía de superficie** es una parte esencial del estudio de la anatomía regional. En esta obra se considera específicamente en «apartados de anatomía de superficie», que aportan conocimientos acerca de lo que se halla bajo la piel y de cuáles son las estructuras perceptibles al tacto (palpables) en reposo y en acción en el sujeto vivo. Se puede aprender mucho al observar la forma y la estructura externa del organismo y mediante la inspección y palpación de los aspectos superficiales de las estructuras situadas bajo su superficie. El objetivo de este método consiste en *visualizar* (recordar las imágenes mentales definidas de) las estructuras que confieren contorno a la superficie o que son palpables bajo ella, y en la práctica clínica distinguir cualquier hallazgo inusual o anormal. En suma, la anatomía de superficie requiere un conocimiento completo de la anatomía de las estructuras situadas por debajo de la superficie. En las personas con heridas por arma blanca, por ejemplo, el médico debe ser capaz de visualizar las estructuras profundas que pueden haber resultado lesionadas. Además, el conocimiento de la anatomía de superficie puede disminuir la necesidad de memorizar hechos, pues el cuerpo se halla siempre disponible para observar y palpar.

La **exploración física** es la aplicación clínica de la anatomía de superficie. La **palpación** es una técnica clínica que se utiliza junto con la **inspección** y la **auscultación** para explorar el organismo. La *palpación de los pulsos arteriales,* por ejemplo, forma parte de la exploración física. Los estudiantes de muchas ciencias de la salud aprenden a utilizar instrumentos que facilitan la exploración del organismo (como un *oftalmoscopio* para observar las características oculares) y la auscultación de las partes funcionantes del cuerpo (un *fonendoscopio* para auscultar el corazón y los pulmones).

Actualmente es posible el estudio regional de las estructuras profundas y de las anomalías existentes en el sujeto vivo con los métodos de diagnóstico por la imagen y con la endoscopia. La *radiografía* y *otras técnicas de diagnóstico por la imagen* (*anatomía radiográfica*) proporcionan información útil sobre las estructuras normales en el sujeto vivo, poniendo de manifiesto los efectos del tono muscular, de los líquidos corporales, las presiones y la gravedad, lo que no puede lograrse en el estudio del cadáver. La *radiología diagnóstica* revela los efectos de los traumatismos, las enfermedades y el envejecimiento sobre las estructuras normales. En esta obra, la mayoría de las imágenes radiográficas y de otras técnicas radiológicas están integradas en los capítulos correspondientes. Al final de cada capítulo, los apartados de técnicas de diag-

Clave Principales partes del cuerpo

⬜ Cabeza 🟪 Tórax ⬜ Abdomen 🟥 Miembro inferior
🟧 Cuello 🟫 Dorso 🟩 Pelvis/periné 🟦 Miembro superior



Clave Regiones del miembro inferior

1 = Región glútea
2 = Región anterior del muslo
3 = Región posterior del muslo
4 = Región anterior de la rodilla
5 = Región posterior de la rodilla
6 = Región anterior de la pierna
7 = Región posterior de la pierna
8 = Región talocrural (tobillo) anterior
9 = Región talocrural posterior
10 = Región del pie

FIGURA I-1. Principales regiones del cuerpo y del miembro inferior. Descripción de la anatomía en relación con la posición anatómica de referencia.

nóstico por la imagen aportan una introducción a las técnicas que se emplean en relación con ese capítulo. Las *técnicas endoscópicas* (con un instrumento flexible insertable de fibra óptica para examinar las estructuras internas, como el interior del estómago) también sirven para poner de manifiesto la anatomía en el sujeto vivo. El método inicial idóneo para el aprendizaje detallado y completo de la anatomía tridimensional de las estructuras profundas y sus relaciones es la disección. En la práctica clínica, la anatomía de superficie, las imágenes radiográficas y de otras técnicas de diagnóstico por la imagen, la endoscopia y la propia experiencia obtenida al estudiar anatomía, se combinan para proporcionar conocimientos sobre la anatomía del paciente.

El ordenador es un elemento auxiliar útil para la enseñanza de la anatomía regional, ya que facilita el aprendizaje al permitir la interactividad y la manipulación de modelos gráficos bidimensionales y tridimensionales. Las **prosecciones,** o disecciones cuidadosamente preparadas para demostrar las estructuras anatómicas, son asimismo útiles. Sin embargo, el aprendizaje alcanza su máxima eficiencia y la retención es también máxima cuando el estudio didáctico se combina con la experiencia de la disección real; es decir, el aprendizaje por la práctica. Durante la disección, el estudiante observa, palpa, desplaza y revela secuencialmente distintas partes del organismo. En 1770, el Dr. *William Hunter,* un distinguido anatomista y obstetra escocés, afirmó: «La disección por sí sola nos enseña dónde podemos cortar o inspeccionar en el sujeto vivo con libertad y prontitud».

Anatomía sistémica

La **anatomía sistémica** es el estudio de los distintos sistemas orgánicos que funcionan conjuntamente para llevar a cabo funciones complejas. Los sistemas básicos y el campo de estudio o tratamiento de cada uno (entre paréntesis) son:

- El **sistema tegumentario** (*dermatología*) se compone de la piel y sus apéndices, por ejemplo el pelo, las uñas y las glándulas sudoríparas, y el tejido subcutáneo subyacente. La piel, un órgano sensitivo extenso, constituye la cobertura protectora externa y contenedora del organismo.
- El **sistema esquelético** (*osteología*) se compone de huesos y cartílago; proporciona la forma y el soporte básicos del organismo y es el elemento sobre el que actúa el sistema muscular para producir los movimientos. También protege órganos vitales, como el corazón, los pulmones y los órganos pélvicos.
- El **sistema articular** (*artrología*) se compone de las articulaciones y sus ligamentos asociados, que conectan las partes óseas del sistema esquelético y son los puntos donde ocurren los movimientos.
- El **sistema muscular** (*miología*) se compone de los músculos esqueléticos, que actúan (se contraen) para movilizar o posicionar las partes del organismo (p. ej., los huesos que se articulan entre sí), y los músculos lisos y el músculo cardíaco, que impulsan, expelen o controlan el flujo de líquidos y sustancias contenidas.
- El **sistema nervioso** (*neurología*) se compone del *sistema nervioso central* (encéfalo y médula espinal) y el *sistema nervioso periférico* (nervios y ganglios, con sus terminaciones motoras y sensitivas). El sistema nervioso controla y coordina las funciones de los sistemas orgánicos, y capacita las respuestas del organismo frente al ambiente y sus actividades en éste. Los órganos de los sentidos, incluidos el órgano olfatorio (sentido del olfato), el ojo o sistema visual (*oftalmología*), el oído (sentido del oído y equilibrio —*otología*) y el órgano gustativo (sentido del gusto) se estudian a menudo junto con el sistema nervioso en la anatomía sistémica.
- El **sistema circulatorio** (*angiología*) se compone de los sistemas cardiovascular y linfático, que funcionan paralelamente para transportar los líquidos del organismo:
  (1) El **sistema cardiovascular** (*cardiología*) consta del corazón y los vasos sanguíneos que impulsan y conducen la sangre por el organismo, aportando oxígeno, nutrientes y hormonas a las células y eliminando sustancias de desecho.
  (2) El **sistema linfático** es una red de vasos linfáticos que retiran el exceso de líquido hístico (linfa) del compartimiento líquido intersticial (intercelular) del organismo, lo filtran en los nódulos linfáticos y lo devuelven al torrente sanguíneo.

- El **sistema alimentario** o **digestivo** (*gastroenterología*) se compone del tracto digestivo desde la boca hasta el ano, con todos sus órganos y glándulas asociados que actúan en la ingestión, masticación, deglución, digestión y absorción de los alimentos y la eliminación de los desechos sólidos (heces) que quedan tras la absorción de los nutrientes.
- El **sistema respiratorio** (*neumología*) se compone de las vías aéreas y los pulmones, que aportan oxígeno a la sangre para la respiración celular y eliminan de ella el dióxido de carbono. El diafragma y la laringe controlan el flujo de aire a través del sistema; en la laringe también se producen sonidos, modificados después por la lengua, los dientes y los labios para formar el habla.
- El **sistema urinario** (*urología*) se compone de los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra, que filtran la sangre y luego producen, transportan, almacenan y excretan intermitentemente la orina (desecho de líquidos).
- El **sistema genital (reproductor)** (*ginecología* en la mujer; *andrología* en el hombre) se compone de las gónadas (ovarios y testículos) que producen ovocitos y espermatozoides, los conductos que los transportan y los genitales que posibilitan su unión. Después de la concepción, el tracto reproductor femenino nutre al feto y realiza el trabajo del parto.
- **El sistema endocrino** (*endocrinología*) se compone de estructuras especializadas que segregan hormonas, como las distintas glándulas endocrinas sin conductos (p. ej., la glándula tiroides), las células situadas en grupos aislados en el intestino y en las paredes de los vasos sanguíneos, y las terminaciones nerviosas especializadas. Las **hormonas** son moléculas orgánicas que transporta el sistema circulatorio a células efectoras distantes en todas las partes del organismo. Por lo tanto, la influencia del sistema endocrino es tan amplia como la del sistema nervioso. Las hormonas influyen en el metabolismo y en otros procesos, como el ciclo menstrual, el embarazo y el parto.

Ningún sistema funciona aisladamente. Los sistemas pasivos esquelético y articular y el sistema activo muscular constituyen en conjunto un *supersistema*, el **sistema** o **aparato locomotor** (*ortopedia*), ya que deben actuar juntos para producir la locomoción del cuerpo. Aunque las estructuras directamente encargadas de la locomoción son los músculos, los huesos, las articulaciones y los ligamentos de los miembros, también intervienen indirectamente otros sistemas. El encéfalo y los nervios del sistema nervioso los estimulan a actuar; las arterias y venas del sistema circulatorio aportan oxígeno y nutrientes a estas estructuras y eliminan de ellas los desechos; y los órganos sensoriales (especialmente la visión y el equilibrio) desempeñan papeles importantes para dirigir las actividades en un ambiente gravitatorio.

En esta Introducción se ofrece una visión global de varios sistemas importantes para todas las partes y regiones del organismo, antes de exponer detalladamente la anatomía regional en los capítulos 1 a 8. Además, en el capítulo 9 se presenta la anatomía sistémica al revisar los nervios craneales.

Anatomía clínica

La **anatomía clínica (aplicada)** subraya aspectos de la estructura y la función corporales que son importantes para la práctica de la medicina, la odontología y las ciencias de la salud auxiliares. Incorpora los métodos regional y sistémico para estudiar la anatomía y hace hincapié en su aplicación clínica.

En la anatomía clínica a menudo se invierte el curso del pensamiento que se sigue al estudiar la anatomía regional o sistémica. Por ejemplo, en vez de pensar «La acción de este músculo es...», la anatomía clínica pregunta «¿Cómo se manifestaría la ausencia de actividad de este músculo?». En vez de señalar «El nervio... inerva esta área de la piel», la anatomía clínica pregunta «¿Cuál es el nervio cuya lesión provocaría el entumecimiento de esta zona?».

El aprendizaje de la anatomía clínica es apasionante, debido a su papel para resolver problemas clínicos. Los «cuadros de correlación clínica» (en azul) en toda la obra describen aplicaciones prácticas de la anatomía. Los «estudios de casos», como los presentados en la página web de *Anatomía con orientación clínica* (http://thepoint.lww.com/espanol-moore), son parte integrante del método clínico para el estudio de la anatomía.

Puntos fundamentales

ESTUDIO DE LA ANATOMÍA

La anatomía es el estudio de la estructura del cuerpo humano. ◆ La anatomía regional considera el cuerpo organizado en segmentos o partes. ◆ La anatomía sistémica contempla el cuerpo organizado en sistemas orgánicos. ◆ La anatomía de superficie proporciona información acerca de las estructuras que pueden observarse o palparse bajo la piel. ◆ La anatomía radiográfica, por cortes y endoscópica, permite apreciar las estructuras en el sujeto vivo, tal y como quedan influidas por el tono muscular, los líquidos y las presiones del organismo, y la fuerza de la gravedad. ◆ La anatomía clínica subraya la aplicación de los conocimientos anatómicos a la práctica de la medicina.

TERMINOLOGÍA ANATÓMICA Y MÉDICA

La terminología anatómica introduce y compone una gran parte de la terminología médica. Para comprenderla, es necesario expresarse con claridad, mediante los términos adecuados y de un modo correcto. Aunque los términos coloquiales para las partes y regiones del organismo sean comunes y conocidos, hay que aprender la *terminología anatómica internacional*, que permite una comunicación precisa entre los profesionales de la salud y los científicos de todo el mundo. Los profesionales de la salud deben conocer también los términos coloquiales que probablemente utilizarán los pacientes al describir sus molestias. Además, cuando el profesional explique los problemas médicos al paciente, ha de ser capaz de emplear los términos coloquiales que éste comprenda.

La terminología empleada en esta obra es la de la nueva *Terminologia Anatomica: International Anatomical Terminology* (FICAT, 1998). La *Terminologia Anatomica* nombra los términos anatómicos en latín y sus equivalentes en inglés (p. ej., el músculo del hombro es *musculus deltoideus* en latín y *deltoid muscle* en inglés). La mayoría de los términos empleados en esta obra corresponden a los equivalentes en español de los términos latinos. Lamentablemente, la terminología que se emplea en la práctica médica corriente difiere de la oficial. Como esta discrepancia puede ser motivo de confusión, en el texto se aclaran los términos que pueden ocasionar malas interpretaciones. Para ello se ponen entre paréntesis los términos no oficiales la primera vez que se mencionan; por ejemplo, *trompa auditiva* (trompa de Eustaquio) y *arteria torácica interna* (arteria mamaria interna). Los *epónimos*, o términos que incorporan nombres propios, no se utilizan en la nueva terminología, pues no aportan claves sobre el tipo ni la localización de las estructuras aludidas. Además, los epónimos son históricamente imprecisos para identificar a la persona original, al describir una estructura o asignar su función, y no se ajustan a un estándar internacional. Sin embargo, los epónimos que se utilizan comúnmente aparecen entre paréntesis en toda la obra al utilizar estos términos por primera vez, por ejemplo *ángulo del esternón* (ángulo de Louis), dado que es probable encontrarlos así. Nótese que los términos epónimos no ayudan a localizar la estructura en el organismo. En la página web de *Anatomía con orientación clínica* (http://thepoint.lww.com/espanol-moore) puede consultarse una lista de epónimos.

Estructura de los términos. La anatomía es una ciencia descriptiva y requiere nombres para las diversas estructuras y los detalles del organismo. Debido a que la mayoría de los términos derivan del latín y el griego, al principio el lenguaje médico puede parecer difícil; sin embargo, al aprender su origen, los términos adquieren sentido. Por ejemplo, el término *gaster* en latín para aludir al estómago o vientre. Por lo tanto, la unión esofagogástrica es el lugar donde el esófago se une con el estómago; el ácido gástrico es el jugo digestivo excretado por el estómago; y el músculo digástrico es un músculo dividido en dos vientres.

Muchos términos aportan información sobre la forma, el tamaño, la localización o la función de una estructura, o sobre la semejanza de una estructura con otra. Por ejemplo, algunos músculos tienen nombres descriptivos para indicar sus características principales. El *músculo deltoides*, que cubre el vértice del hombro, es triangular como el símbolo de la *delta*, la cuarta letra del alfabeto griego. El sufijo *–oid* significa «como, o semejante a»; por lo tanto, *deltoides* significa como delta. *Bíceps* significa con dos cabezas, y *tríceps*, con tres cabezas. Algunos músculos reciben su nombre por su forma; por ejemplo, el *músculo piriforme* tiene forma de pera (del latín *pirum*, pera + *forma*, morfología o forma). Otros músculos reciben su nombre por su localización. El *músculo temporal* se halla en la región temporal (sienes) del cráneo. En algunos casos se emplean sus acciones para describir los músculos; por ejemplo, el *elevador de la escápula* eleva la escápula. La terminología anatómica aplica razones lógicas para nombrar los músculos de otras partes del cuerpo; si se aprende su significado y se piensa en estos nombres como si se leyeran y «diseccionaran», serán más fáciles de recordar.

Abreviaturas. Los términos abreviados se emplean en las historias clínicas y en ésta y otras obras, así como en las tablas de músculos, arterias y nervios. Las abreviaturas clínicas se utilizan en las discusiones y descripciones de signos y síntomas. El aprendizaje de estas abreviaturas también acelera el proceso de tomar notas. En este texto se proporcionan las abreviaturas anatómicas y clínicas comunes al introducir el término correspondiente; por ejemplo, articulación temporomandibular (ATM). En la página web de *Anatomía con orientación clínica* (http://thepoint.lww.com/espanol-moore) se halla una lista de abreviaturas anatómicas comúnmente utilizadas.

Posición anatómica

Todas las descripciones anatómicas se expresan en relación con una posición constante, para garantizar que no haya ambigüedad (figs. I-1 y I-2). Hay que tener en la mente esa posición en la descripción del paciente (o cadáver), si está tendido de lado, en supino (tendido boca arriba) o en prono (tendido boca abajo). La **posición anatómica** se refiere a la posición del cuerpo con el individuo de pie, con:

- La cabeza, la mirada (ojos) y los dedos de los pies dirigidos hacia delante.
- Los brazos adosados a los lados del cuerpo con las palmas hacia delante.
- Los miembros inferiores juntos, con los pies paralelos.

Esta posición se adopta globalmente en las descripciones anatómicas y médicas. Al utilizar esta posición y la terminología médica apropiada, se puede relacionar con exactitud una parte del cuerpo con cualquier otra. Debe recordarse, sin embargo, que la fuerza de la gravedad causa un desplazamiento hacia abajo de los órganos internos (vísceras) al asumir la posición de bipedestación. Dado que los pacientes se exploran habitualmente en decúbito supino, a menudo es necesario describir la posición de los órganos afectados cuando el sujeto está en supino, haciendo mención de esta diferencia con la posición anatómica.

Planos anatómicos

Las descripciones anatómicas se basan en cuatro planos imaginarios (medio, sagital, frontal y transverso) que cruzan el organismo en la posición anatómica (fig. I-2):

- El **plano medio** es un plano vertical sagital que atraviesa longitudinalmente el cuerpo y lo divide en dos mitades, derecha e izquierda. En su intersección con la superficie del cuerpo, el plano define la línea media de la cabeza, el cuello y el tronco. A menudo se utiliza erróneamente *línea media* como sinónimo de plano medio.
- Los **planos sagitales** son planos verticales que atraviesan el cuerpo *paralelamente al plano medio*. El término *parasagital*, que se utiliza comúnmente, es innecesario, ya que cualquier plano que sea paralelo a uno u otro lado del plano medio es sagital por definición. Sin embargo, un plano paralelo y cercano al plano medio puede denominarse *plano paramediano*.
- Los **planos frontales (coronales)** son planos verticales que atraviesan el cuerpo *en ángulo recto con el plano medio* y lo dividen en dos partes: anterior (frontal) y posterior (dorsal).

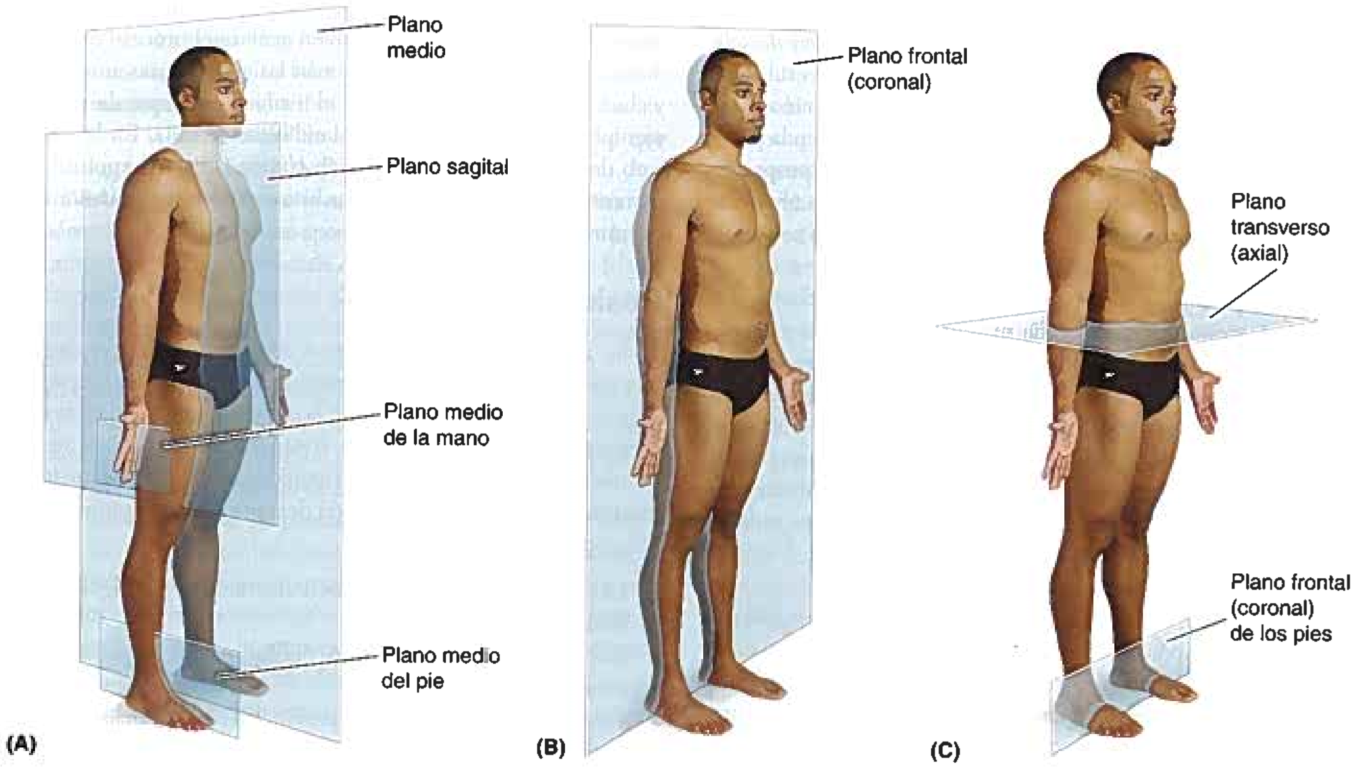


FIGURA I-2. **Planos anatómicos.** Demostración de los principales planos del cuerpo.

- Los **planos transversos** son planos horizontales que atraviesan el cuerpo *en ángulo recto con los planos medio y frontal*, y lo dividen en dos partes: superior e inferior. Los radiólogos se refieren a los planos transversos como *transaxiales*, término que suele abreviarse como *planos axiales*.

Dado que el número de planos sagitales, frontales y transversos es ilimitado, es necesario emplear un punto de referencia (habitualmente uno visible o palpable, o un nivel vertebral) para identificar la localización o el nivel del plano, como «plano transverso a través del ombligo» (fig. I-2C). Los planos de la cabeza, el cuello y el tronco en determinados planos frontales y transversos son simétricos y atraviesan los miembros derecho e izquierdo de estructuras pares, lo que permite una cierta comparación.

El uso principal de los planos anatómicos es para describir *secciones* (fig. I-3):

- Las **secciones longitudinales** discurren a lo largo o paralelamente al eje largo del cuerpo o cualquiera de sus partes, y el término se aplica independientemente de la posición del cuerpo. Aunque los planos medio, sagital y frontal son las secciones longitudinales estándar (utilizadas más comúnmente), existe una gama de 180° de posibles secciones longitudinales.
- Las **secciones transversas** son cortes del cuerpo o sus partes en ángulo recto con el eje longitudinal del cuerpo o de cualquiera de sus partes. Debido a que el eje largo de los pies cursa horizontalmente, una sección transversa del pie está situada en el plano frontal (fig. I-2C).
- Las **secciones oblicuas** son cortes del cuerpo o sus partes que no siguen los planos anatómicos previamente mencionados. En la práctica, muchas imágenes radiográficas y secciones anatómicas no están situadas con precisión en los planos sagital, frontal o transverso, sino que a menudo son ligeramente oblicuas.

Los anatomistas crean secciones del cuerpo y sus partes anatómicamente, y los clínicos lo hacen mediante técnicas de obtención de imágenes planas, como la tomografía computarizada (TC), para describir y presentar las estructuras internas.

Términos de relación y comparación

Varios adjetivos, dispuestos como parejas de vocablos opuestos, describen las relaciones entre las partes del cuerpo o comparan la posición de dos estructuras, una con respecto a la otra (fig. I-4). Algunos de estos términos son específicos para las comparaciones efectuadas en la posición anatómica, o con referencia a los planos anatómicos.

Superior se refiere a una estructura que está más próxima al **vértice (vértex),** la parte más elevada del cráneo. **Craneal** se refiere al cráneo y es un término útil para indicar la dirección, es decir, hacia la cabeza o el cráneo. **Inferior** se refiere a una estructura situada más cerca de la planta de los pies. **Caudal** (del latín *cauda*, cola) es un término direccional útil que indica hacia los pies o la región de la cola, representada en el ser humano por el cóccix (hueso de la cola), el pequeño hueso situado en el extremo inferior (caudal) de la columna vertebral.

Posterior (dorsal) indica la superficie dorsal del cuerpo o más próximo a ella. **Anterior** (ventral) indica la superficie frontal del cuerpo. **Rostral** se utiliza a menudo, en vez de anterior, al describir

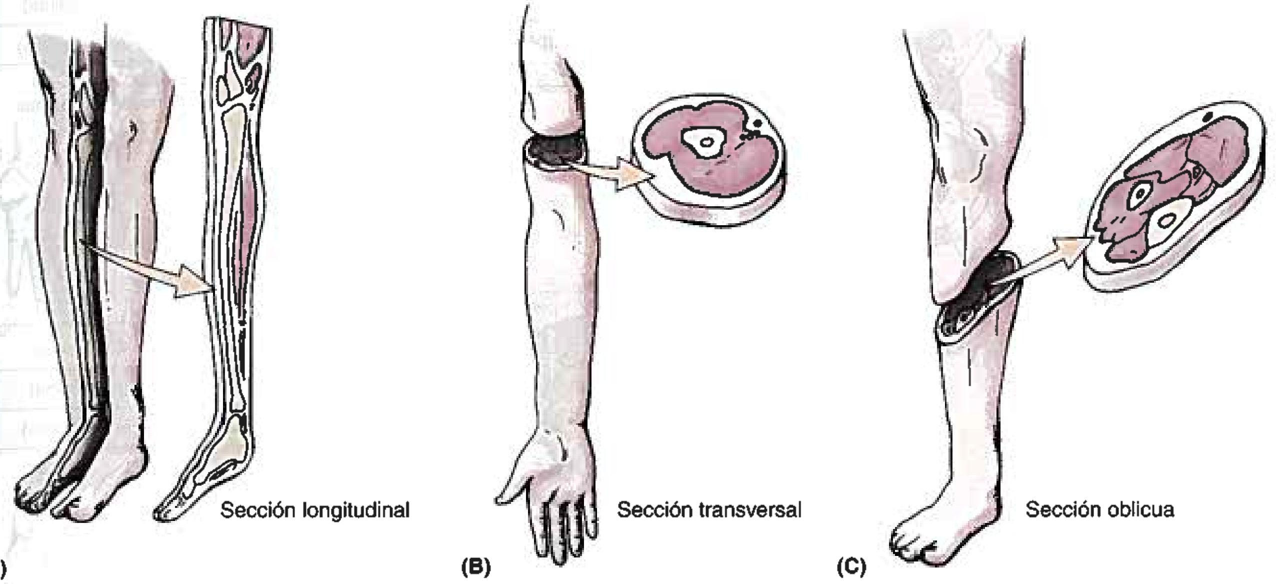


FIGURA I-3. **Secciones de los miembros.** Pueden obtenerse secciones mediante cortes anatómicos o mediante técnicas de diagnóstico por la imagen.

partes del cerebro; significa hacia el rostrum; sin embargo, en el ser humano indica más cercano a la parte anterior de la cabeza (p. ej., el lóbulo frontal del cerebro es rostral con respecto al cerebelo).

Medial se emplea para indicar que una estructura está más próxima al plano medio del cuerpo. Por ejemplo, el 5.° dedo de la mano (dedo meñique) es medial a los otros dedos. Por el contrario, **lateral** indica que una estructura está más alejada del plano medio. El 1.er dedo de la mano (pulgar) es lateral con respecto a los otros dedos.

El **dorso** se refiere habitualmente a la cara superior de cualquier parte que protruye anteriormente desde el cuerpo, como el dorso de la lengua, la nariz, el pene o el pie. También se utiliza para indicar la superficie posterior de la mano, opuesta a la **palma.** Debido a que el término dorso puede referirse en el ser humano a las superficies superior y posterior, resulta más fácil comprenderlo si se aplica a un animal cuadrúpedo plantígrado que camina sobre sus palmas y plantas, como el oso. La **planta** es la cara inferior del pie, opuesta al dorso, y su mayor parte está en contacto con el suelo al estar de pie descalzo. La superficie de las manos y los pies, y de los dedos de ambos, correspondiente al dorso es la **superficie dorsal;** la correspondiente a la palma es la **superficie palmar;** y la superficie de los pies y de sus dedos correspondiente a la planta es la **superficie plantar.**

Los *términos combinados* describen posiciones intermedias: **inferomedial** significa más próximo a los pies y al plano medio; por ejemplo, las porciones anteriores de las costillas discurren inferomedialmente; **superolateral** indica más próximo a la cabeza y más lejos del plano medio.

Otros términos de relación y comparación son independientes de la posición anatómica o de los planos anatómicos, y están relacionados principalmente con la superficie corporal o su núcleo central:

Superficial, intermedio y **profundo** se refieren a la posición de estructuras con respecto a la superficie del cuerpo, o a la relación de una estructura con otra subyacente o suprayacente.

Externo significa fuera, o más lejos, del centro de un órgano o cavidad, mientras que **interno** significa dentro, o más próximo, del centro, independientemente de la dirección.

Proximal y **distal** se usan al comparar posiciones más próximas o más lejanas, respectivamente, de la raíz de un miembro o de la cara central de una estructura lineal.

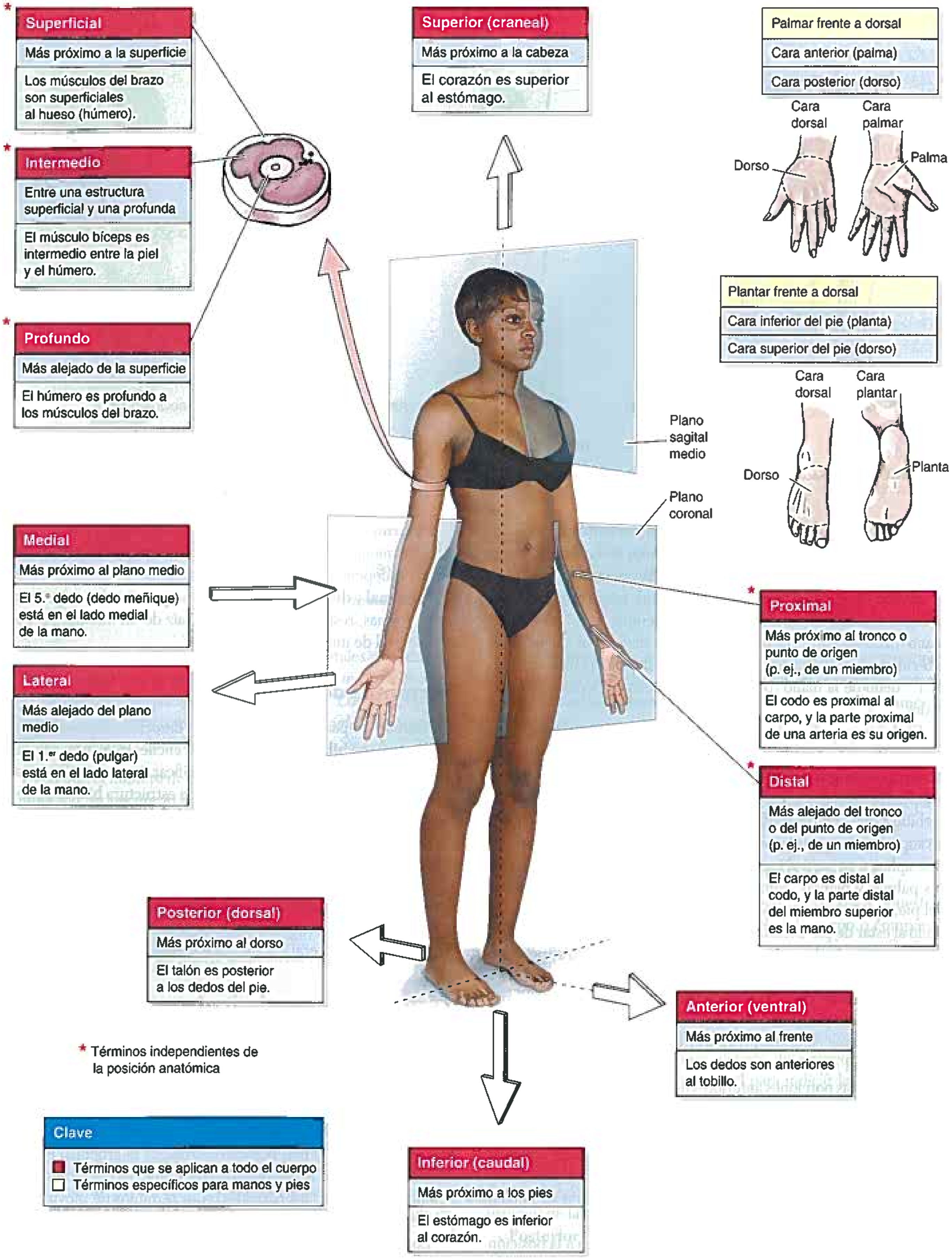
Términos de lateralidad

Las estructuras pares con componentes derecho e izquierdo (p. ej., los riñones) son **bilaterales,** y las que se encuentran en un solo lado (p. ej., el bazo) son **unilaterales.** Especificar si se hace referencia al componente derecho o izquierdo de una estructura bilateral puede tener una gran importancia y es un buen hábito que debe adquirirse al comienzo del adiestramiento en ciencias de la salud. Algo que ocurre en el mismo lado que otra estructura del cuerpo es **ipsolateral** u **homolateral;** por ejemplo, el pulgar y el dedo gordo del pie derechos son homolaterales. **Contralateral** significa que ocurre en el lado opuesto del cuerpo en relación con otra estructura: la mano derecha es contralateral a la mano izquierda.

Términos de movimiento

Diversos términos describen movimientos de los miembros y de otras partes del cuerpo (fig. I-5). La mayoría de los movimientos se definen con respecto a la posición anatómica; los movimientos ocurren dentro de y en torno a los ejes alineados con planos anatómicos específicos. Aunque la mayoría de los movimientos ocurren en los lugares donde dos o más huesos o cartílagos se articulan entre sí, diversas estructuras no esqueléticas presentan movimientos (p. ej., la lengua, los labios, los párpados). Los términos de movimientos pueden considerarse también en pares de movimientos opuestos.

Los movimientos de flexión y extensión ocurren generalmente en los planos sagitales en torno a un eje transverso (fig. I-5A y B). La **flexión** indica doblamiento o disminución del ángulo entre los



* **Superficial**

Más próximo a la superficie

Los músculos del brazo son superficiales al hueso (húmero).

* **Intermedio**

Entre una estructura superficial y una profunda

El músculo bíceps es intermedio entre la piel y el húmero.

* **Profundo**

Más alejado de la superficie

El húmero es profundo a los músculos del brazo.

Superior (craneal)

Más próximo a la cabeza

El corazón es superior al estómago.

Palmar frente a dorsal

Cara anterior (palma)

Cara posterior (dorso)

Plantar frente a dorsal

Cara inferior del pie (planta)

Cara superior del pie (dorso)

Medial

Más próximo al plano medio

El 5.º dedo (dedo meñique) está en el lado medial de la mano.

Lateral

Más alejado del plano medio

El 1.er dedo (pulgar) está en el lado lateral de la mano.

* **Proximal**

Más próximo al tronco o punto de origen (p. ej., de un miembro)

El codo es proximal al carpo, y la parte proximal de una arteria es su origen.

* **Distal**

Más alejado del tronco o del punto de origen (p. ej., de un miembro)

El carpo es distal al codo, y la parte distal del miembro superior es la mano.

Posterior (dorsal)

Más próximo al dorso

El talón es posterior a los dedos del pie.

Anterior (ventral)

Más próximo al frente

Los dedos son anteriores al tobillo.

Inferior (caudal)

Más próximo a los pies

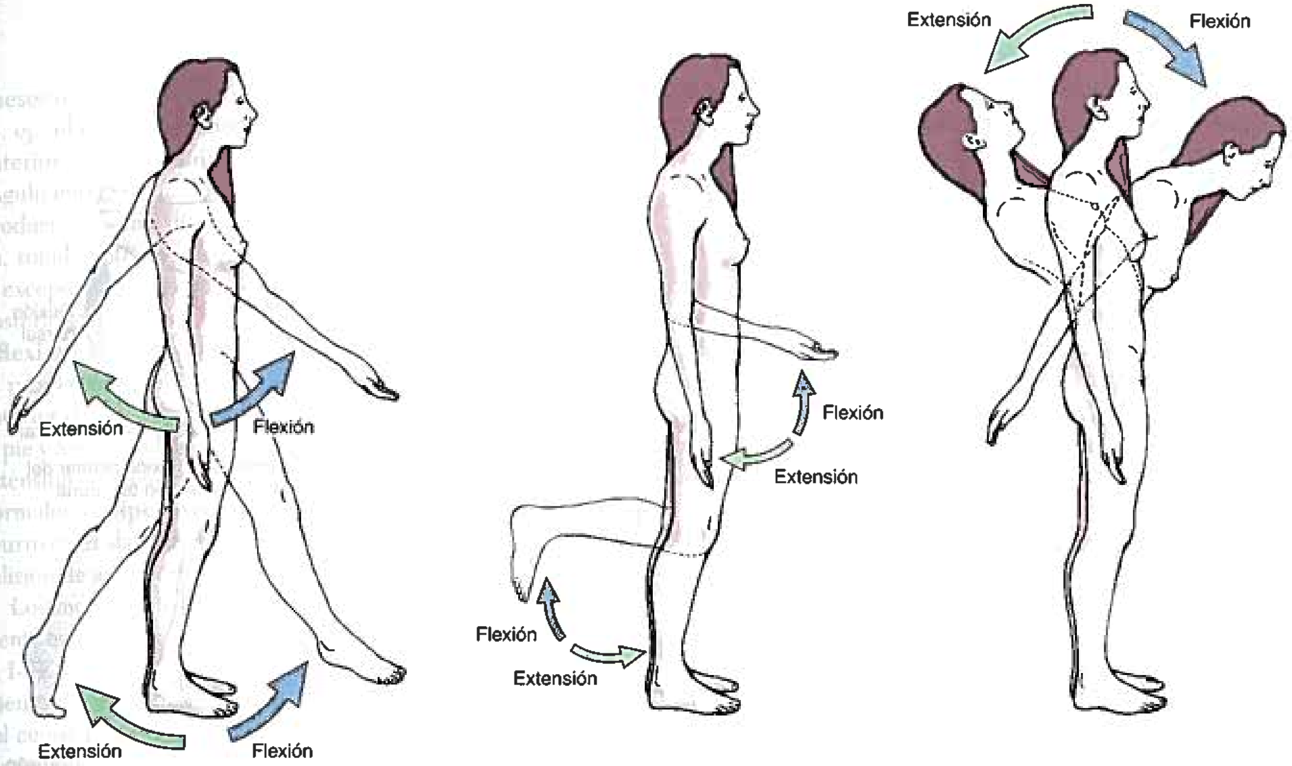
El estómago es inferior al corazón.

* Términos independientes de la posición anatómica

Clave

🟥 Términos que se aplican a todo el cuerpo
☐ Términos específicos para manos y pies

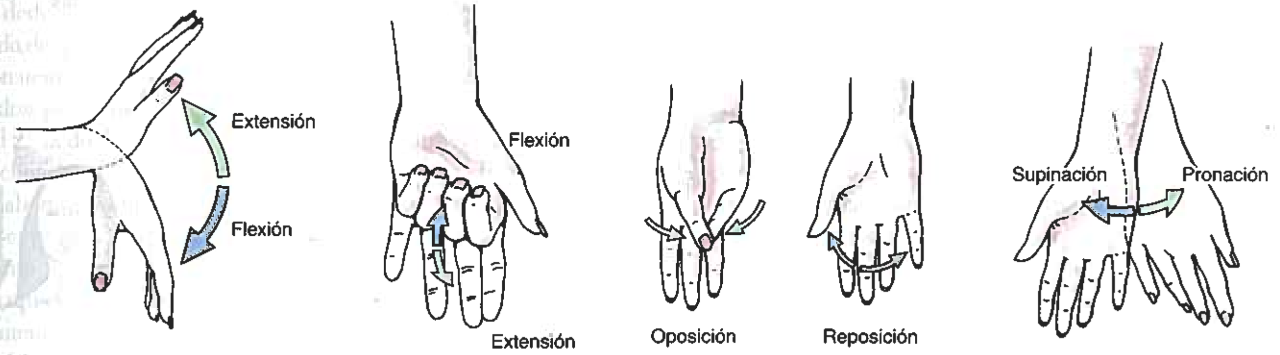
FIGURA I-4. Términos de relación y comparación. Estos términos describen la posición de una estructura respecto a otra.


Extensión
Flexión
Extensión
Flexión
Extensión
Flexión
Flexión
Extensión
Flexión
Extensión

(A) Flexión y extensión del miembro superior en la articulación del hombro y del miembro inferior en la articulación de la cadera

Flexión y extensión del antebrazo en la articulación del codo y de la pierna en la articulación de la rodilla

Flexión y extensión de la columna vertebral en las articulaciones intervertebrales

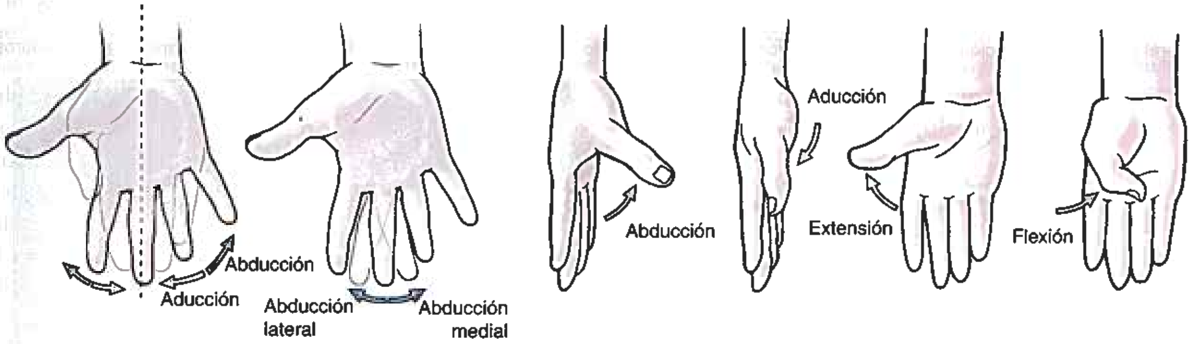

Extensión
Flexión
Flexión
Extensión
Oposición
Reposición
Supinación
Pronación

(B) Flexión y extensión de la mano en la articulación del carpo

Flexión y extensión de los dedos de la mano en las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas

(C) Oposición y reposición del pulgar en la articulación carpometacarpiana y del dedo meñique en la articulación metacarpofalángica

(D) Pronación y supinación del antebrazo en las articulaciones radiocubitales

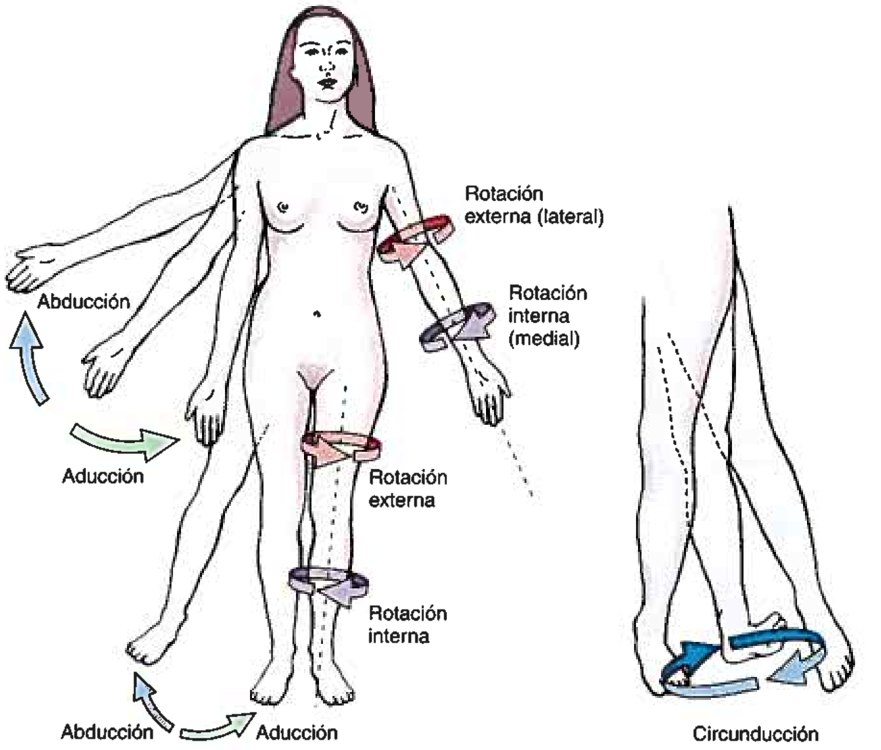

Abducción
Aducción
Abducción lateral
Abducción medial
Abducción
Aducción
Extensión
Flexión

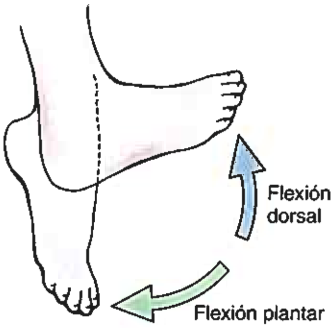
(E) Abducción y aducción del 1.°, 2.°, 4.° y 5.° dedos en las articulaciones metacarpofalángicas

Abducción del 3.er dedo en la articulación metacarpofalángica

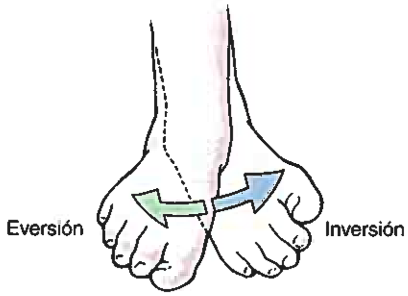
(F) El pulgar está rotado 90° respecto a las otras estructuras. La abducción y la aducción de la articulación metacarpofalángica se producen en el plano frontal; la flexión y la extensión de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángica se producen en planos sagitales, en oposición a estos movimientos en otras articulaciones.

FIGURA I-5. Términos de movimiento. Estos términos describen movimientos de los miembros y de otras partes del cuerpo; la mayoría de los movimientos tiene lugar en las articulaciones, donde dos o más huesos o cartílagos se articulan unos con otros *(continúa)*.


Rotación
externa (lateral)
Rotación
interna
(medial)
Abducción
Aducción
Rotación
externa
Rotación
interna
Abducción
Aducción
Circunducción


Flexión
dorsal
Flexión plantar

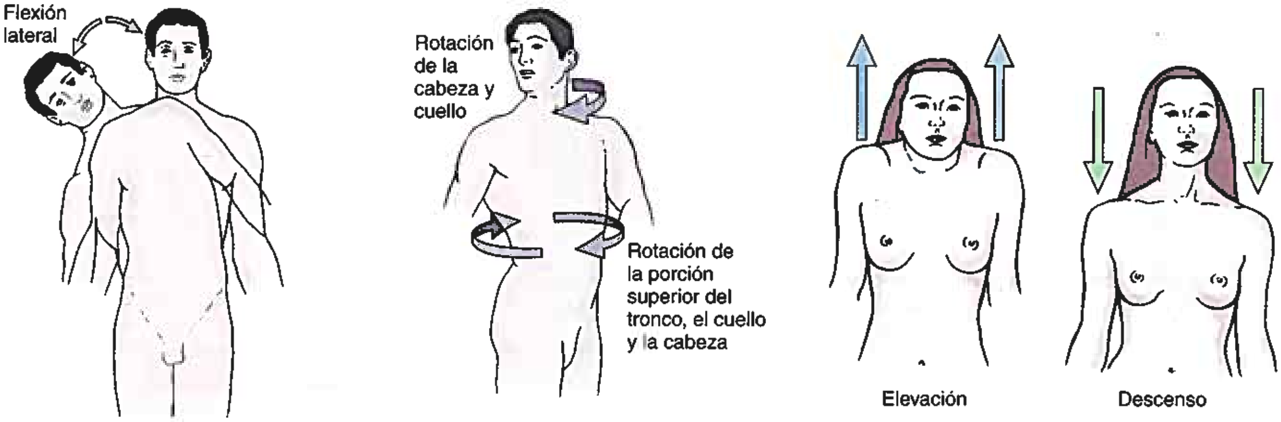
Flexión dorsal y flexión plantar del pie en la articulación talocrural


Eversión
Inversión

(G) Abducción y aducción de los miembros derechos y rotación de los miembros izquierdos en las articulaciones del hombro y de la cadera, respectivamente

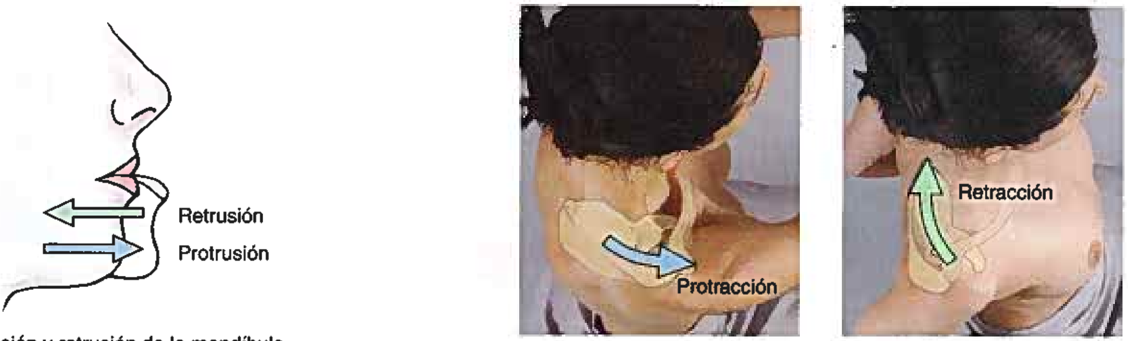
(H) Circunducción (movimiento circular) del miembro inferior en la articulación de la cadera

(I) Inversión y eversión del pie en las articulaciones subastragalina y transversa del tarso


Flexión
lateral
Rotación
de la
cabeza y
cuello
Rotación de
la porción
superior del
tronco, el cuello
y la cabeza
Elevación
Descenso

(J) Flexión lateral del tronco y rotación de la porción superior del tronco, el cuello y la cabeza

(K) Elevación y descenso de los hombros


Retrusión
Protrusión
Protracción
Retracción

(L) Protrusión y retrusión de la mandíbula en las articulaciones temporomandibulares

(M) Protracción y retracción de la escápula en la pared torácica

FIGURA I-5. *(Continuación.)*

huesos o partes del cuerpo. En la mayoría de las articulaciones (p. ej., el codo), la flexión indica movimiento en una dirección anterior. La **extensión** indica enderezamiento o aumento del ángulo entre los huesos o partes del cuerpo. La extensión suele producirse en una dirección posterior. La articulación de la rodilla, rotada 180° en relación con otras articulaciones, constituye la excepción puesto que la flexión se realiza con un movimiento posterior, y la extensión con uno anterior. La flexión dorsal **(dorsiflexión)** describe la flexión en la articulación talocrural, que se produce al subir una cuesta o al levantar del suelo la parte anterior del pie y los dedos (fig. I-5I). La **flexión plantar** dobla el pie y los dedos hacia el suelo, como al ponerse de puntillas. La extensión de un miembro, o de parte de él, más allá de los límites normales **—hiperextensión—** puede producir lesiones, como ocurre en el «latigazo cervical» (hiperextensión del cuello en una colisión de automóvil por alcance posterior).

Los movimientos de abducción y aducción ocurren generalmente en un plano frontal en torno a un eje anteroposterior (figura I-5E y G). Excepto en los dedos, **abducción** significa alejamiento del plano medio (p. ej., al separar el brazo lateralmente del cuerpo), y **aducción** indica el movimiento opuesto, de acercamiento hacia el cuerpo. En la *abducción de los dedos* (manos o pies), el término indica la separación entre ellos al alejarse del 3.er dedo (medio) de la mano situado en la posición neutra, o del 2.º dedo del pie en posición neutra. El 3.er dedo de la mano y el 2.º dedo del pie se *abducen medial o lateralmente* al alejarse de la posición neutra. La *aducción de los dedos* es el movimiento opuesto: los dedos, previamente separados, se acercan al 3.er dedo de la mano, o al 2.º dedo del pie, situados en posición neutra. La flexión lateral (inclinación lateral) a derecha o izquierda es una forma especial de abducción que ocurre sólo en el cuello y el tronco (fig. I-5J). La cara y la parte superior del tronco se dirigen anteriormente, mientras la cabeza y/o los hombros se inclinan hacia la derecha o la izquierda, con lo cual la línea media del cuerpo se dobla lateralmente. Es un movimiento compuesto que ocurre entre muchas vértebras adyacentes.

El dedo pulgar se halla rotado 90° en relación con los otros dedos de la mano (fig. I-5F), como puede apreciarse por la situación lateral de la uña, en vez de posterior, en la posición anatómica. Por lo tanto, la flexión y la extensión del pulgar se realizan en el plano frontal, y la abducción y la aducción en el plano sagital.

La **circunducción** es un movimiento circular en una secuencia de flexión, abducción, extensión y aducción (o en el sentido opuesto), de tal modo que el extremo distal de la parte se desplaza en círculo (fig. I-5H). La circunducción puede ocurrir en cualquier articulación en que sean posibles todos estos movimientos (p. ej., en el hombro y la cadera).

La **rotación** indica el giro de una parte del cuerpo en torno a su eje longitudinal, como al girar la cabeza hacia un lado (fig. I-5G). La *rotación medial* (rotación interna) acerca la superficie anterior de un miembro al plano medio, mientras que la *rotación lateral* (rotación externa) aleja la superficie anterior del plano medio.

La pronación y la supinación son los movimientos de rotación del antebrazo y la mano que desplazan el extremo distal del radio (el hueso largo lateral del antebrazo) medialmente y lateralmente en torno y a través de la cara anterior del cúbito (el otro hueso largo del antebrazo), mientras el extremo proximal del radio gira sin desplazarse (fig. I-5D). La **pronación** gira el radio medialmente, de modo que la palma de la mano mira posteriormente y el dorso anteriormente. Cuando la articulación del codo está flexionada, la pronación mueve la mano de modo que la palma mira hacia abajo (p. ej., al poner las manos planas sobre la mesa). La **supinación** es el movimiento rotatorio opuesto: el radio rota lateralmente y se descruza del cúbito, y el antebrazo pronado vuelve a la posición anatómica. Cuando el codo está flexionado, la supinación mueve la mano de modo que la palma mira hacia arriba. (*Mnemotecnia:* se puede coger *sopa* en la palma de la mano con el antebrazo en *supinación*, pero habrá *propensión* [probablemente] a que se derrame si luego se sitúa el antebrazo en *pronación.*)

La **eversión** aleja la planta del pie del plano medio y la gira lateralmente (fig. I-5I). Cuando el pie está en eversión total, también se halla en dorsiflexión. La **inversión** acerca la planta del pie hacia el plano medio (la planta mira medialmente). Cuando el pie está en inversión total, también se halla en flexión plantar. La *pronación del pie* en realidad se refiere a una combinación de eversión y abducción, cuyo resultado es un descenso del borde medial del pie (los pies de un individuo con pies planos se hallan en pronación), y la *supinación del pie* implica generalmente unos movimientos que elevan el borde medial del pie, es decir, una combinación de inversión y aducción.

La **oposición** es el movimiento que pone en contacto el pulpejo del 1.er dedo (pulgar) con el de otro dedo (fig. I-5C). Este movimiento se utiliza para pellizcar, abotonar una camisa o coger una taza por su asa. La **reposición** describe el movimiento del pulgar desde la oposición hasta su posición anatómica.

La **protrusión** es un movimiento hacia delante, como al protruir la mandíbula (mentón), los labios o la lengua (fig. I-5L). La **retrusión** es un movimiento hacia atrás, como al retruir la mandíbula, los labios o la lengua. Los términos similares **protracción** y **retracción** se utilizan más comúnmente para los movimientos anterolaterales y posteromediales de la escápula sobre la pared torácica, cuya consecuencia es el desplazamiento de la región del hombro anteriormente y posteriormente (fig. I-5M).

La **elevación** asciende o mueve una parte hacia arriba, como ocurre en los hombros al encogerlos, en el párpado superior al abrir el ojo, o en la lengua al impulsarla contra el paladar (cielo de la boca) (fig. I-5K). La **depresión** desciende o mueve una parte hacia abajo, como los hombros al deprimirlos buscando una postura más cómoda al estar de pie, el párpado superior al cerrar el ojo o la lengua al alejarla del paladar.

Puntos fundamentales

TERMINOLOGÍA ANATÓMICA Y MÉDICA

Los términos anatómicos son términos descriptivos estandarizados en una guía internacional de referencia, *Terminologia Anatomica*. Estos términos, en inglés o latín, se utilizan en todo el mundo. ◆ La terminología coloquial es la utilizada por los profanos y por el médico para comunicarse con ellos. ◆ Los epónimos se utilizan a menudo en el ámbito clínico, pero no se recomiendan porque

no aportan contexto anatómico y no están estandarizados. ◆ Los términos anatómicos direccionales se basan en la posición anatómica del cuerpo. ◆ Cuatro planos anatómicos dividen el cuerpo, y las secciones dividen los planos en partes visualmente útiles y descriptivas. ◆ Otros términos anatómicos describen las relaciones de las partes del cuerpo, comparan las posiciones de las estructuras, y describen la lateralidad y los movimientos.

VARIACIONES ANATÓMICAS

En los textos de anatomía se describe (al menos inicialmente) la estructura del cuerpo tal y como se suele observar en los individuos, es decir, con el patrón más común. Sin embargo, a veces una determinada estructura varía tanto dentro de los límites normales, que el patrón más común se halla en menos de la mitad de sujetos. Al principio, a menudo los estudiantes quedan frustrados al ver que el cuerpo que examinan o disecan no se ajusta al atlas o al texto que utilizan (Bergman *et al.*, 1988). Con frecuencia los estudiantes ignoran las variaciones o las alteran inadvertidamente al tratar de ajustarse a la norma. Por lo tanto, hay que *esperar variaciones anatómicas* al disecar o inspeccionar muestras.

En un grupo aleatorio de personas, los individuos difieren entre sí por su aspecto físico. Los huesos que conforman el esqueleto varían no sólo en su forma básica, sino también en detalles menores de su estructura superficial. Se hallan amplias variaciones en el tamaño, la forma y la configuración de las inserciones musculares. De igual modo, existen variaciones considerables en los patrones de ramificación de venas, arterias y nervios. *Las venas son las que varían más, y los nervios los que menos.* Deben considerarse las variaciones individuales en la exploración física, el diagnóstico y el tratamiento.

En la mayor parte de las descripciones de este texto se asume una gama normal de variación. Sin embargo, la frecuencia de las variaciones a menudo difiere entre los grupos humanos, y es posible que las variaciones observadas en una población no sean aplicables a otra. Algunas variaciones, como las que ocurren en el origen y el curso de la arteria cística de la vesícula biliar, son clínicamente importantes (v. cap. 2), y el cirujano que las desconozca tendrá problemas. Las variaciones clínicamente significativas se describen en los cuadros azules de correlación clínica, identificadas con un icono de variación anatómica (a la izquierda).

Además de las diferencias raciales y sexuales, el ser humano presenta una considerable variación genética, como la polidactilia (dedos supernumerarios). Aproximadamente el 3 % de los recién nacidos presenta una o más anomalías congénitas significativas (Moore y Persaud, 2008). Otras malformaciones (p. ej., atresia o bloqueo del intestino) no se detectan hasta que aparecen síntomas. El descubrimiento de variaciones y anomalías congénitas en el cadáver es realmente uno de los múltiples beneficios de la disección efectuada personalmente, ya que permite al estudiante conocer la existencia de variaciones y tener una idea acerca de su frecuencia.

Puntos fundamentales

VARIACIONES ANATÓMICAS

Las variaciones anatómicas son comunes y los estudiantes deben esperar hallarlas durante la disección. Es importante saber cómo estas variaciones pueden influir en la exploración física, el diagnóstico y el tratamiento.

SISTEMA TEGUMENTARIO

Debido a que la piel es fácilmente accesible y constituye uno de los mejores indicadores del estado general de salud, su observación cuidadosa es importante en la exploración física. La piel se toma en consideración en el diagnóstico diferencial de casi todas las enfermedades. La piel proporciona:

- *Protección* del cuerpo frente a los efectos ambientales, como erosiones, pérdida de líquidos, sustancias nocivas, radiación ultravioleta y microorganismos invasores.
- *Contención* de las estructuras corporales (p. ej., tejidos y órganos) y de las sustancias vitales (especialmente los líquidos extracelulares), lo que previene la deshidratación, que puede ser grave en las lesiones cutáneas extensas (p. ej., quemaduras).
- *Regulación térmica,* mediante la evaporación del sudor y/o la dilatación o constricción de los vasos sanguíneos superficiales.
- *Sensibilidad* (p. ej., al dolor) mediante los nervios superficiales y sus terminaciones sensitivas.
- *Síntesis y almacenamiento* de vitamina D.

La **piel,** el mayor órgano del cuerpo, se compone de la epidermis, o capa superficial, y la dermis, una capa de tejido conectivo más profunda (fig. I-6).

La **epidermis** es un *epitelio queratinizado,* es decir, con una *capa superficial* córnea y fuerte que cubre y protege la *capa basal* profunda, regenerativa y pigmentada. La epidermis carece de vasos sanguíneos y linfáticos. La *epidermis avascular* se nutre a través de la *dermis vascularizada* subyacente. La dermis recibe irrigación de arterias que penetran en su cara profunda y forman un plexo cutáneo de anastomosis arteriales. La piel también recibe terminaciones nerviosas aferentes, sensibles al tacto, la irritación (dolor) y la temperatura. La mayoría de las terminaciones nerviosas se hallan en la dermis, pero algunas penetran en la epidermis.

La **dermis** es una densa capa de *colágeno* entrelazado y *fibras elásticas.* Estas fibras proporcionan tono a la piel y le confieren su fortaleza y resistencia. La dermis de los animales se separa y curte para elaborar el cuero. Aunque los haces de fibras de colágeno de la dermis discurren en todas direcciones para producir un tejido fuerte semejante al fieltro, en algunas localizaciones se encuentran en la misma dirección. El patrón predominante de fibras de colá-

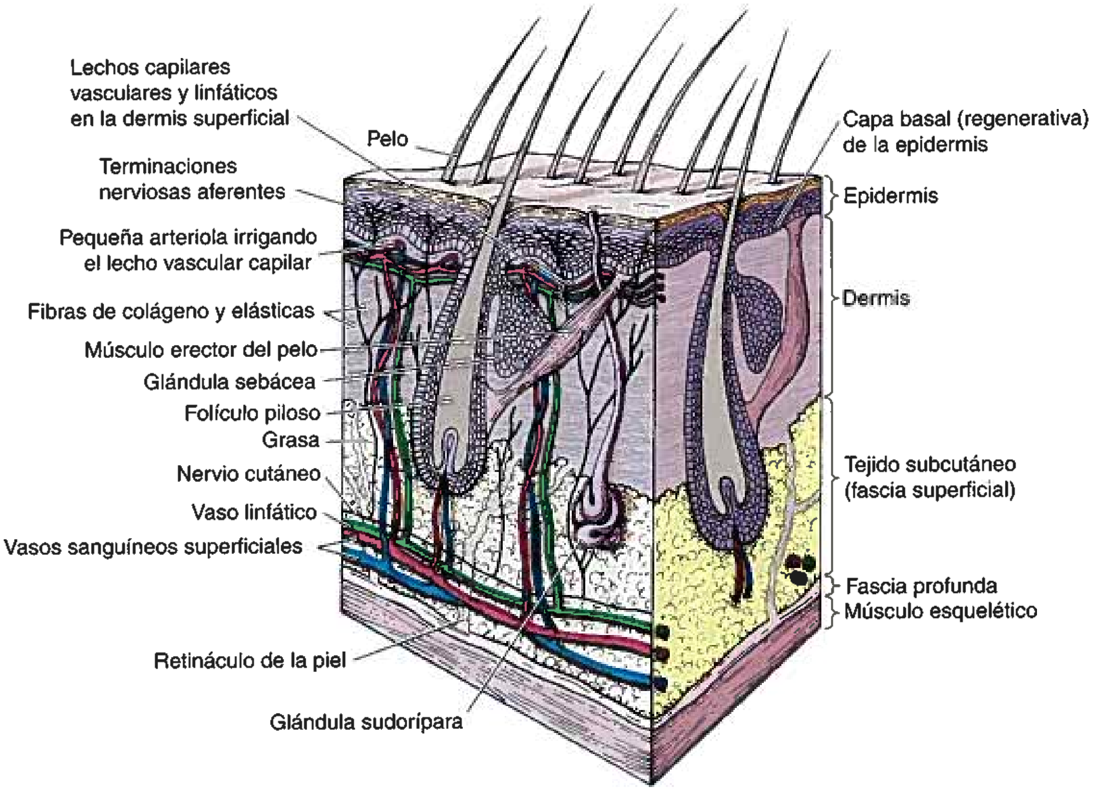

Lechos capilares vasculares y linfáticos en la dermis superficial
Pelo
Terminaciones nerviosas aferentes
Pequeña arteriola irrigando el lecho vascular capilar
Fibras de colágeno y elásticas
Músculo erector del pelo
Glándula sebácea
Folículo piloso
Grasa
Nervio cutáneo
Vaso linfático
Vasos sanguíneos superficiales
Retináculo de la piel
Glándula sudorípara
Capa basal (regenerativa) de la epidermis
Epidermis
Dermis
Tejido subcutáneo (fascia superficial)
Fascia profunda
Músculo esquelético

FIGURA I-6. **La piel y algunas de sus estructuras especializadas.**

genos determina la tensión característica y los surcos de arrugas de la piel.

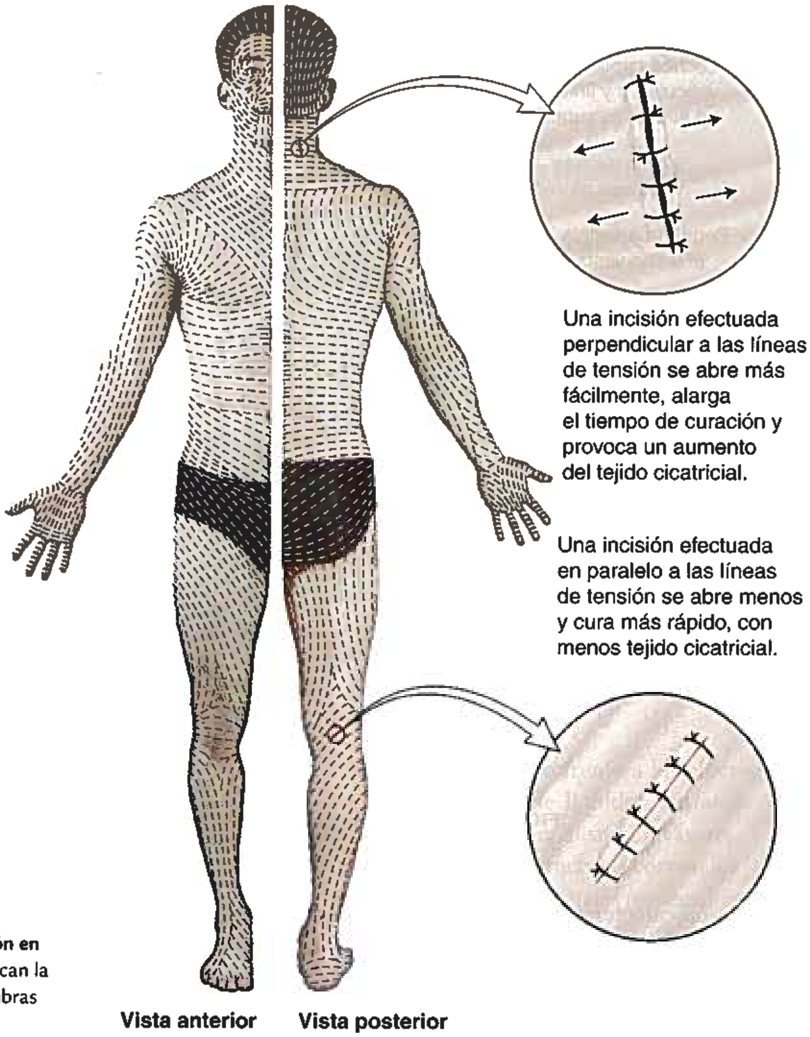
Las **líneas de tensión** (también denominadas líneas de Langer) tienden a discurrir en espirales longitudinales en los miembros, y transversalmente en el cuello y el tronco (fig. I-7). Las líneas de tensión en los codos, las rodillas, los tobillos y las muñecas son paralelas a los pliegues transversales que aparecen al flexionar los miembros. Las fibras elásticas de la dermis se deterioran con la edad y no son reemplazadas; por lo tanto, en los individuos de edad avanzada la piel se arruga y cuelga al perder su elasticidad.

La piel también contiene muchas estructuras especializadas (fig. I-6). La capa profunda de la dermis contiene *folículos pilosos*, asociados a músculos lisos erectores y glándulas sebáceas. La contracción de los **músculos erectores del pelo** provoca la erección de éste, causando la «piel de gallina». Los folículos pilosos suelen estar inclinados hacia un lado, y varias *glándulas sebáceas* se disponen en el lado hacia donde se dirige el pelo cuando emerge de la piel. Así pues, la contracción del músculo erector da lugar a que el pelo se enderece, lo que comprime las glándulas sebáceas y les ayuda a emitir su secreción oleosa sobre la superficie de la piel. La evaporación de la secreción acuosa (sudor) de las *glándulas sudoríparas* de la piel constituye un *mecanismo termorregulador* para la pérdida de calor (enfriamiento). En la pérdida o conservación del calor corporal intervienen asimismo las pequeñas arterias (arteriolas) en el interior de la dermis, que se dilatan para llenar los *lechos capilares superficiales* con el fin de irradiar calor (la piel tiene un aspecto rojo), o se contraen para minimizar la pérdida de calor en la superficie (la piel, especialmente en los labios y las puntas de los dedos, aparece azul). Otras estructuras o derivados de la piel son las uñas (de manos y pies), las glándulas mamarias y el esmalte dentario.

Localizado entre la piel suprayacente (dermis) y la fascia profunda subyacente, el **tejido subcutáneo** (fascia superficial) consta principalmente de *tejido conectivo laxo* y *grasa almacenada*. Contiene glándulas sudoríparas, *vasos sanguíneos superficiales*, *vasos linfáticos* y *nervios cutáneos* (fig. I-6). Las estructuras vasculonerviosas discurren por el tejido subcutáneo y sólo distribuyen sus ramas terminales en la piel.

El tejido subcutáneo constituye la mayor parte del depósito de grasa corporal y su espesor varía considerablemente, según el estado nutricional del individuo. Además, la distribución del tejido subcutáneo varía notablemente en los diferentes lugares del mismo sujeto. Compárese, por ejemplo, la abundancia relativa de tejido subcutáneo, objetivada por el grosor del pliegue de piel que puede pellizcarse en la cintura o el muslo, con el de la parte anteromedial de la pierna (la espinilla, o borde anterior de la tibia) o el dorso de la mano; estos dos últimos lugares se hallan casi desprovistos de tejido subcutáneo. Considérese también la distribución de tejido subcutáneo y de grasa entre ambos sexos. En la mujer tiende a acumularse en las mamas y los muslos; en cambio, en el hombre la grasa subcutánea se acumula en la parte baja de la pared abdominal.

El tejido subcutáneo participa como aislante en la termorregulación, al conservar el calor en el núcleo central del organismo. También sirve de almohadilla protectora de la piel frente a la compresión de las prominencias óseas, como en las nalgas.


Una incisión efectuada perpendicular a las líneas de tensión se abre más fácilmente, alarga el tiempo de curación y provoca un aumento del tejido cicatricial.

Una incisión efectuada en paralelo a las líneas de tensión se abre menos y cura más rápido, con menos tejido cicatricial.

FIGURA I-7. Líneas de tensión en la piel. Las *líneas discontinuas* indican la dirección predominante de las fibras de colágeno en la dermis.

Los **retináculos de la piel** (ligamentos cutáneos) son pequeñas bandas fibrosas que, en gran número, se extienden a través del tejido subcutáneo y unen la cara profunda de la dermis con la fascia profunda subyacente (fig. I-6). La longitud y la densidad de estos retináculos determinan el grado de movilidad de la piel sobre las estructuras profundas. Allí donde los retináculos cutáneos son más largos y escasos, la piel es más móvil, como ocurre en el dorso de la mano (fig. I-8A y B). En cambio, donde los retináculos son cortos y abundantes, la piel se halla firmemente unida a la fascia profunda subyacente, como ocurre en las palmas de las manos y las plantas de los pies (fig. I-8C). En la disección, para extirpar la piel de los lugares donde los retináculos son cortos y abundantes, resulta necesario utilizar un escalpelo muy afilado. Los retináculos de la piel son largos, pero particularmente bien desarrollados, en las mamas, donde constituyen los *ligamentos suspensorios* de la mama para sujeción del peso (v. cap. 1).

SISTEMA TEGUMENTARIO

Signos del color de la piel en el diagnóstico físico

El flujo sanguíneo a través de los lechos capilares superficiales de la dermis influye en el color de la piel y puede aportar claves importantes para el diagnóstico de ciertas afecciones clínicas. Cuando la sangre no acarrea suficiente oxígeno procedente de los pulmones, como ocurre si el paciente deja de respirar o la circulación defectuosa lleva una cantidad insuficiente de sangre a los pulmones, la piel aparece azulada o **cianótica.** Ello ocurre porque la hemoglobina de la sangre, portadora de oxígeno, tiene un color rojo brillante cuando lleva oxígeno (como en las arterias y habitualmente en los capilares), y adquiere un color azul púrpura intenso cuando está desprovista de oxígeno, como ocurre en las venas. La cianosis es especialmente evidente en los lugares donde la piel es delgada, como los labios, los párpados y el lecho de las uñas transparentes. Las agresiones a la piel, como un exceso de calor, una infección, la inflamación o las reacciones alérgicas, pueden congestionar los lechos capilares superficiales, por lo cual la piel adquiere una coloración anormalmente roja, un signo que se denomina **eritema.** En ciertos trastornos hepáticos se acumula en la sangre un pigmento amarillo denominado bilirrubina, que confiere dicho color al blanco de los ojos y a la piel, lo cual se conoce como **ictericia.** Los cambios de color de la piel se aprecian más fácilmente en las personas de piel clara, y puede ser difícil discernirlos en las de piel oscura.

Incisiones y cicatrices en la piel

La piel se halla siempre sometida a tensión. En general, las heridas o incisiones paralelas a las líneas de tensión suelen curar bien con escasa cicatriz, ya que la rotura de fibras es mínima y las fibras no seccionadas tienden a mantener en su lugar los bordes de la sección. En cambio, en las heridas o incisiones a través de las líneas de tensión se rompe un mayor número de fibras de colágeno. La interrupción de dichas líneas hace que la herida quede abierta, con la posibilidad de que se forme una cicatriz excesiva (queloide). Si no hay riesgo de que la exposición y el acceso quirúrgicos sean insuficientes, ni de seccionar estructuras nerviosas, el cirujano puede minimizar la cicatriz con fines estéticos, para lo cual realizará la incisión paralelamente a las líneas de tensión.

Estrías cutáneas

Las fibras de colágeno y elásticas de la dermis forman una red de tejido firme y flexible. Como la piel puede distenderse de forma considerable, el cirujano tiene la opción de realizar una incisión relativamente pequeña, en comparación con el tamaño de la incisión para realizar la misma intervención en el cadáver, cuya piel ha perdido la elasticidad. La piel puede distenderse y crecer para acomodarse a un aumento gradual de tamaño. Sin embargo, si este aumento es importante y relativamente rápido, como ocurre en el abdomen de la embarazada, la distensión puede ser excesiva y lesionar las fibras de colágeno de la dermis (fig. CI-1). Así pues, durante el embarazo pueden aparecer bandas de piel delgada y arrugada, inicialmente de color rojo y luego púrpura, con estrías blancas (estrías gravídicas) en el abdomen, las nalgas, los muslos y las mamas. También se forman estrías en los individuos obesos y en ciertas enfermedades (p. ej., hipercortisolismo o síndrome de Cushing), con distensión y laxitud de la fascia profunda por disgregación de las proteínas y menor cohesión de las fibras de colágeno. Las estrías desaparecen generalmente después del embarazo y al adelgazar, aunque la desaparición nunca es completa.

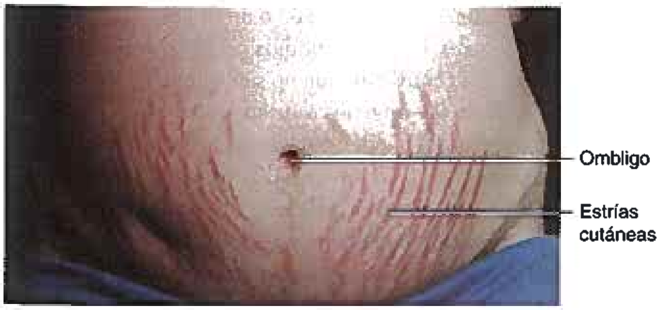


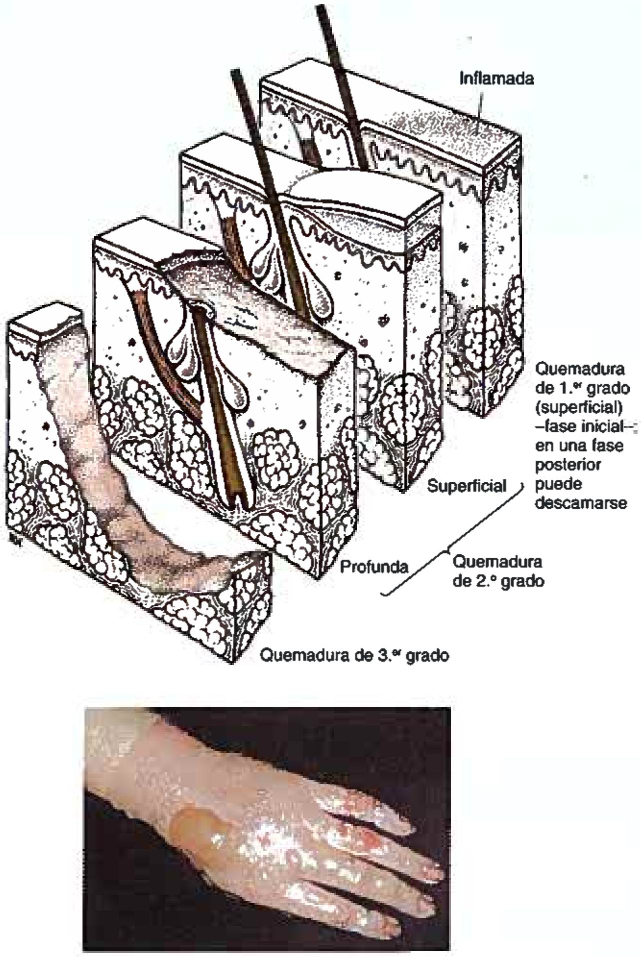
FIGURA CI-1.

Traumatismos y heridas en la piel

Heridas. Los cortes y desgarros accidentales de la piel pueden ser superficiales o profundos. Las heridas superficiales rompen la epidermis y quizás la capa superficial de la dermis; aunque sangran, no interrumpen la continuidad de la dermis. Las heridas profundas penetran en la capa profunda de la dermis y llegan al tejido subcutáneo, o más allá, quedan abiertas y se hace necesario aproximar sus bordes (mediante sutura o grapas) para minimizar la cicatriz.

Las **quemaduras** se producen por traumatismo térmico, radiación ultravioleta o ionizante, o agentes químicos. Las quemaduras se clasifican por su grado creciente de intensidad, según la profundidad de la lesión cutánea (fig. CI-2):

- En las *quemaduras de 1.er grado (superficiales)* (p. ej., las quemaduras solares), la lesión se limita a la epidermis. Los síntomas consisten en *eritema* (piel roja y caliente), dolor y *edema* (tumefacción); generalmente se produce una *descamación* de la capa superficial varios días después, si bien esta capa se reemplaza rápidamente a partir de la capa basal de la epidermis, sin que se produzca una cicatriz significativa.


Inflamada
Quemadura de 1.er grado (superficial) –fase inicial–; en una fase posterior puede descamarse
Superficial
Profunda
Quemadura de 2.° grado
Quemadura de 3.er grado

Quemadura de 2.° grado

FIGURA CI-2.

- En las *quemaduras de 2.° grado* se lesionan la epidermis y la dermis superficial, con formación de ampollas (superficiales de 2.° grado) o pérdida de tejido (profundas de 2.° grado); las terminaciones nerviosas se lesionan, por lo cual esta variedad es la más dolorosa; a excepción de sus partes más superficiales, las glándulas sudoríparas y los folículos pilosos no se lesionan y pueden proporcionar células de reemplazamiento para la capa basal de la epidermis, junto con otras células procedentes de los bordes de la herida. La curación se produce lentamente (3 semanas a varios meses), con formación de cicatriz y un cierto grado de contracción, pero habitualmente es completa.
- En las *quemaduras de 3.^{er} grado* se lesiona todo el espesor de la piel, y quizás el músculo subyacente. Hay un importante edema y el área quemada se halla insensible, al quedar destruidas las terminaciones nerviosas sensitivas. En los bordes de la herida puede producirse un cierto grado de curación, pero en las partes ulceradas y abiertas es necesario realizar un injerto cutáneo. Para ello se elimina el material muerto (*escara*) y se reemplaza (*injerta*) con piel obtenida de una zona indemne (*autoinjerto*) o de cadáver humano o de cerdo, o bien piel cultivada o artificial.

La extensión de una quemadura (porcentaje de la superficie corpotal total afectada) es generalmente más significativa que su grado (profundidad) para estimar las consecuencias sobre la salud del paciente. Según la clasificación de las quemaduras de la American Burn Association, las quemaduras graves son las de 3.^{er} grado que afectan a más del 10 % de la superficie corpotal, o bien las de 2.° grado superiores al 25 %, o cualquiera de 3.^{er} grado que afecte a la cara, las manos, los pies o el periné (regiones anal y urogenital). Cuando el área quemada es mayor del 70 % de la superficie corporal, la mortalidad supera el 50 %. El área afectada por las quemaduras en un adulto puede estimarse mediante la «regla de los nueves», en la cual se divide el cuerpo en áreas del 9 % aproximadamente, o múltiplos de 9 %, de la superficie corporal total (fig. CI-3).

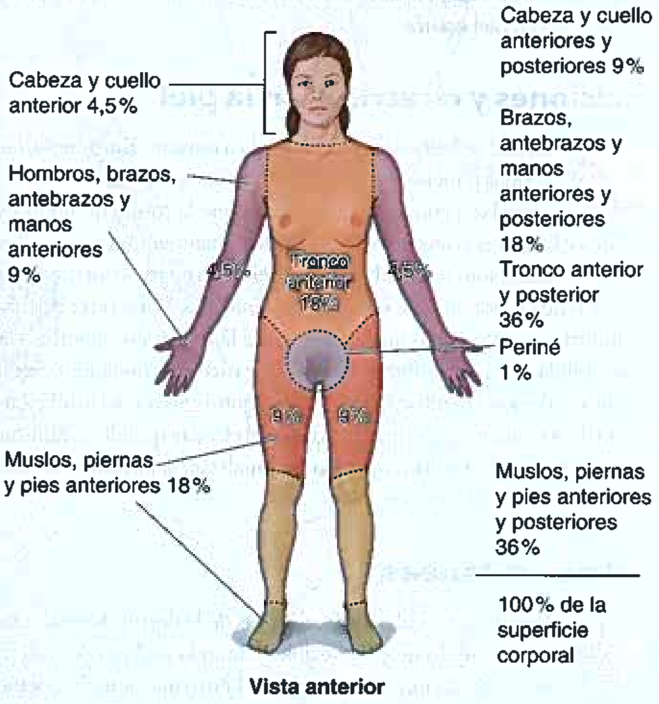

Cabeza y cuello anteriores y posteriores 9%
Cabeza y cuello anterior 4,5%
Brazos, antebrazos y manos anteriores y posteriores 18%
Hombros, brazos, antebrazos y manos anteriores 9%
4,5%
Tronco anterior 18%
4,5%
Tronco anterior y posterior 36%
Periné 1%
9%
9%
Muslos, piernas y pies anteriores 18%
Muslos, piernas y pies anteriores y posteriores 36%
100% de la superficie corporal
Vista anterior

FIGURA CI-3.

Puntos fundamentales

SISTEMA TEGUMENTARIO

El sistema tegumentario (la piel) se compone de epidermis, dermis y estructuras especializadas (folículos pilosos, glándulas sebáceas y glándulas sudorípadas). La piel ♦ desempeña papeles importantes de protección, contención, regulación térmica y sensibilidad; ♦ sintetiza y almacena la vitamina D; y ♦ forma líneas de tensión, según la dirección predominante de las fibras de colágeno, lo cual tiene consecuencias para la cirugía y la cicatrización de las heridas. El tejido subcutáneo, localizado por debajo de la dermis, contiene la mayor parte de los depósitos de grasa corporales.

FASCIAS, COMPARTIMIENTOS FASCIALES, BOLSAS Y ESPACIOS POTENCIALES

Las **fascias** son los elementos que envuelven, compactan y aíslan las estructuras profundas del cuerpo. Bajo el *tejido subcutáneo* (fascia superficial), en casi todos los lugares se halla la fascia profunda (fig. I-9). La **fascia profunda** es una capa de tejido conectivo denso y organizado, desprovisto de grasa, que cubre la mayor parte del cuerpo paralelamente a (y en la profundidad de) la piel y el tejido subcutáneo. Las extensiones que se originan en su superficie interna recubren las estructuras profundas, como los distintos músculos y paquetes vasculonerviosos, en forma de **fascia de revestimiento.** Su grosor varía considerablemente. Por ejemplo, en la cara no hay capas de fascia profunda.

En los miembros, los grupos de músculos con funciones similares que comparten la misma inervación se agrupan en **compartimientos fasciales,** separados por espesas láminas de fascia profunda, denominadas **tabiques intermusculares,** que se extienden centralmente desde el manguito fascial circundante y se insertan en los huesos. Estos compartimientos pueden contener o dirigir la propagación de una infección o un tumor.

En algunos lugares, la fascia profunda presta inserción (origen) a los músculos subyacentes (aunque no suele incluirse en las listas o tablas que indican los orígenes e inserciones); sin embargo, la mayoría de los músculos pueden contraerse y deslizarse en la profundidad de dicha fascia. No obstante, la propia fascia profunda nunca discurre libremente sobre el hueso; allí donde establece contacto óseo, se une firmemente al *periostio* (cobertura del hueso). La fascia profunda, relativamente exenta de flexibilidad, que rodea los músculos, especialmente en los compartimientos fasciales de los miembros, limita la expansión excéntrica de los vientres de los

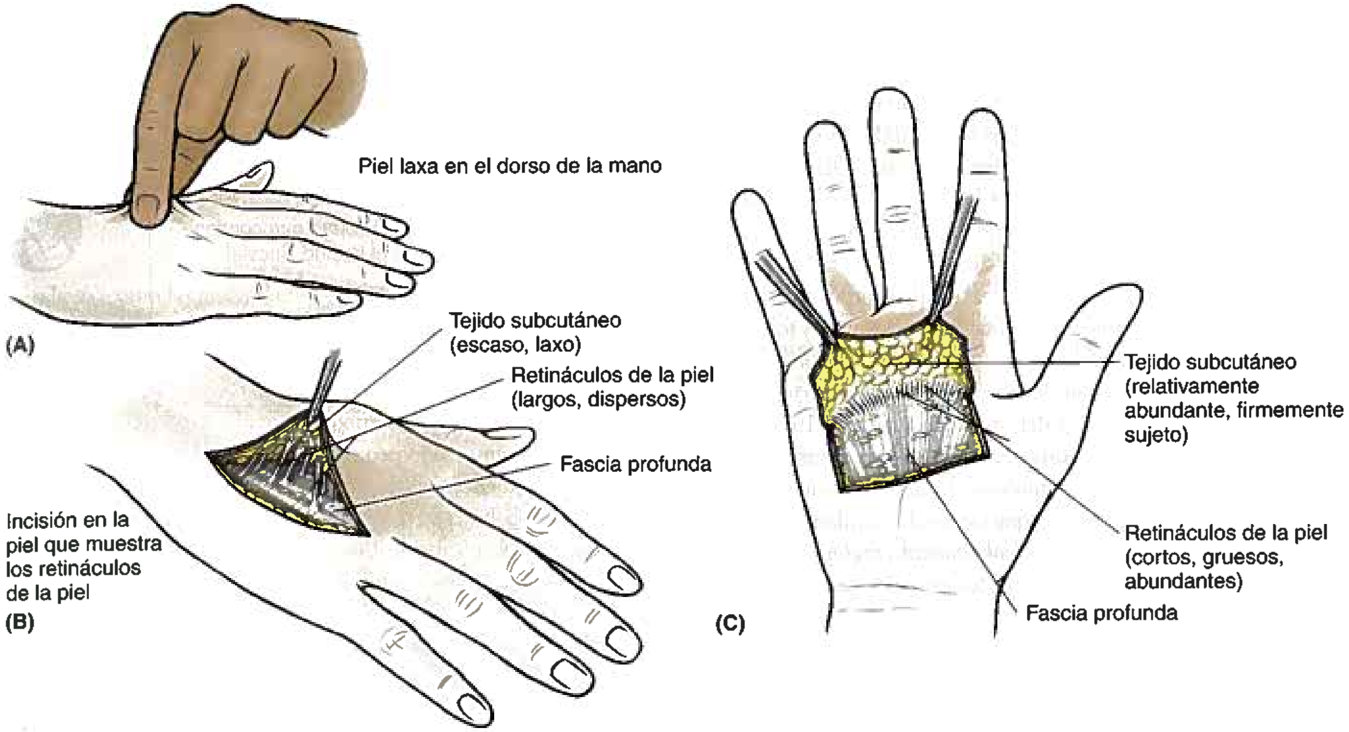

Piel laxa en el dorso de la mano
(A)
Tejido subcutáneo (escaso, laxo)
Retináculos de la piel (largos, dispersos)
Fascia profunda
Incisión en la piel que muestra los retináculos de la piel
(B)
(C)
Tejido subcutáneo (relativamente abundante, firmemente sujeto)
Retináculos de la piel (cortos, gruesos, abundantes)
Fascia profunda

FIGURA I-8. **Retináculos de la piel en el tejido subcutáneo. A.** El espesor del tejido subcutáneo puede calcularse aproximadamente como la mitad del espesor de un pliegue de piel pellizcada (un pliegue cutáneo incluye dos capas de tejido subcutáneo). El dorso de la mano tiene relativamente poco tejido subcutáneo. **B.** Los retináculos de la piel largos y relativamente dispersos permiten la movilidad de la piel que se muestra en la ilustración **A**. **C.** La piel de la palma (como la de la planta del pie) está firmemente unida a la fascia profunda subyacente.

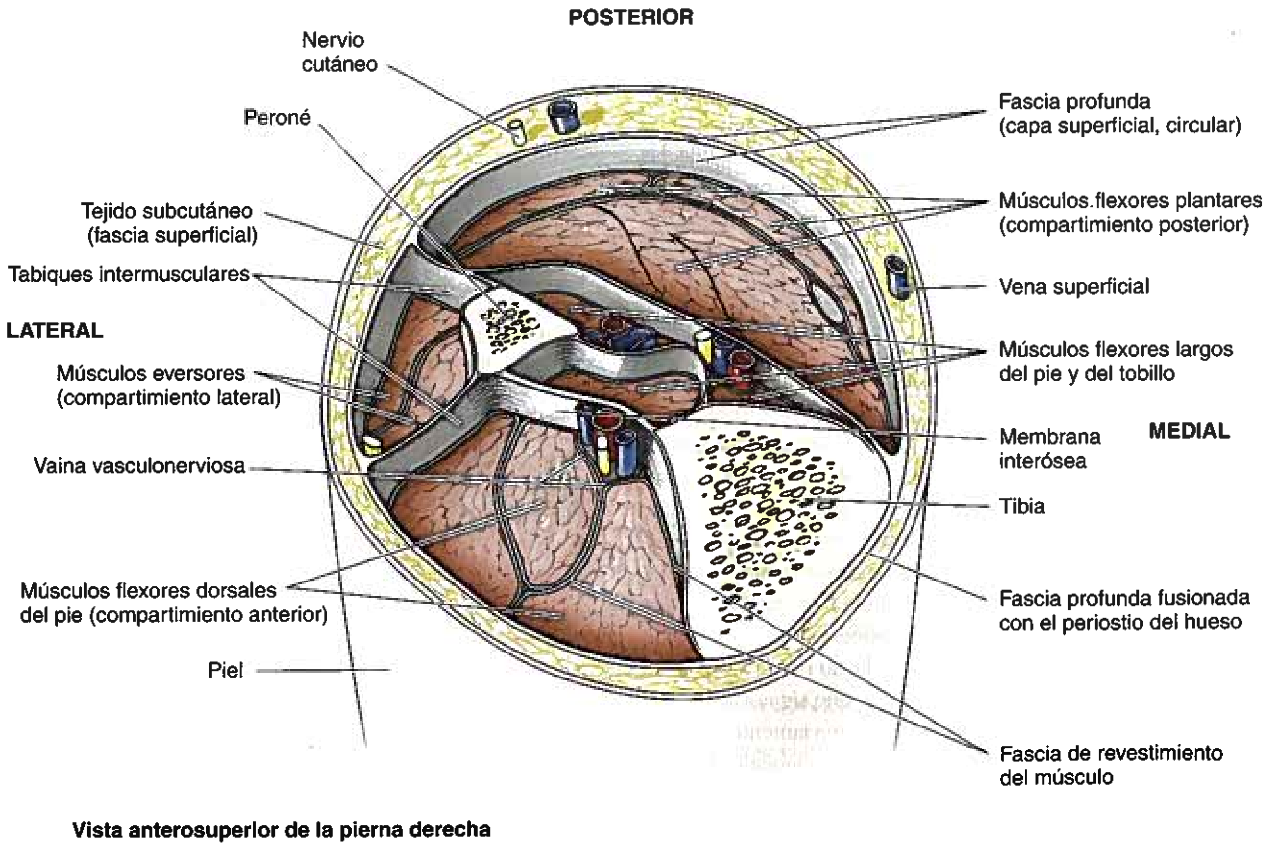

POSTERIOR
Nervio cutáneo
Peroné
Fascia profunda (capa superficial, circular)
Tejido subcutáneo (fascia superficial)
Músculos flexores plantares (compartimiento posterior)
Tabiques intermusculares
Vena superficial
LATERAL
Músculos eversores (compartimiento lateral)
Músculos flexores largos del pie y del tobillo
Membrana interósea
MEDIAL
Vaina vasculonerviosa
Tibia
Músculos flexores dorsales del pie (compartimiento anterior)
Fascia profunda fusionada con el periostio del hueso
Piel
Fascia de revestimiento del músculo
Vista anterosuperior de la pierna derecha

FIGURA I-9. **Sección tridimensional de la pierna que muestra la fascia profunda y las formaciones fasciales.**

músculos esqueléticos al contraerse. La sangre se expulsa al comprimirse las venas de los músculos y compartimientos. Las *válvulas* en el interior de las venas sólo permiten el paso de la sangre en una dirección (hacia el corazón), lo cual impide que retroceda cuando los músculos se relajan. Así pues, la fascia profunda, los músculos al contraerse y las válvulas venosas actúan conjuntamente como una *bomba musculovenosa* para devolver la sangre al corazón, sobre todo en los miembros inferiores, donde la sangre ha de desplazarse contra la fuerza de la gravedad (fig. I-26).

Cerca de determinadas articulaciones (p. ej., el carpo y la articulación talocrural) la fascia profunda es notablemente gruesa y forma un **retináculo** que mantiene los tendones en su debida posición al cruzar la articulación, para impedir que en la flexión y la extensión «tomen un atajo» en *cuerda de arco* a través del ángulo creado (fig. I-19).

La **fascia subserosa,** que posee tejido adiposo en diversa cuantía, está situada entre las superficies internas de las paredes musculoesqueléticas y las membranas serosas que tapizan las cavidades corporales. Son las *fascias endotorácica, endoabdominal* y *endopélvica;* estas dos últimas se denominan conjuntamente *fascia extraperitoneal.*

Las **bolsas** son sacos cerrados o envoltorios de **membrana serosa** (una fina membrana de tejido conectivo que segrega líquido para lubrificar una superficie interna lisa). Las bolsas normalmente están colapsadas. A diferencia de los espacios tridimensionales reales, estos espacios potenciales carecen de profundidad, sus paredes están en aposición y sólo contienen una fina capa de líquido que las lubrifica, segregado por las membranas circundantes. Cuando la pared presenta alguna solución de continuidad, o cuando el líquido se segrega o forma en exceso en su interior, se convierten en espacios reales; sin embargo, este proceso es anormal o patológico.

Habitualmente situadas en zonas sometidas a fricción, las bolsas permiten que una estructura se mueva más libremente contra otra. Las *bolsas subcutáneas* se encuentran en el tejido subcutáneo entre la piel y las prominencias óseas, como el codo y la rodilla; las *bolsas subfasciales* se hallan por debajo de la fascia profunda; las *bolsas subtendinosas* facilitan el movimiento de los tendones sobre el hueso. Las *vainas sinoviales tendinosas* son un tipo especializado de bolsas alargadas que envuelven los tendones y habitualmente los engloban cuando atraviesan los túneles osteofibrosos que fijan los tendones en su lugar (fig. I-10A).

Las bolsas a veces comunican con las cavidades sinoviales de las articulaciones. Como están formadas por membranas serosas finas y transparentes y se hallan colapsadas, no es fácil visualizarlas o disecarlas en el laboratorio, aunque pueden ponerse de manifiesto al inyectar en su interior un líquido coloreado que las distienda.

Hay bolsas colapsadas en torno a muchos órganos importantes (p. ej., el corazón, los pulmones y las vísceras abdominales) y estructuras (p. ej., porciones de tendones). Esta configuración es muy semejante a la de un gran balón vacío que rodee un estructura, como un puño (fig. I-10B). El puño queda así rodeado por dos capas del balón vacío, pero no se halla dentro de éste, que sigue vacío. Para una comparación más exacta hay que llenar previamente el balón de agua y luego vaciarlo, lo que deja su interior mojado. Exactamente de este modo, el corazón está rodeado por el saco pericárdico (pero no en su interior). Cada pulmón está rodeado por un saco pleural (pero no su interior), y lo mismo cabe decir de las vísceras abdominales con respecto al saco peritoneal. En estos casos, la capa interna del balón o saco seroso (la adyacente al puño o la víscera) se denomina **lámina visceral;** la capa externa del balón (o la que se halla en contacto con la pared corporal) recibe el nombre de **lámina parietal.** Esta doble capa de membranas circundantes, humedecidas en sus superficies opuestas, confiere libertad de movimientos a la estructura rodeada cuando ésta se halla en un espacio confinado, como el corazón dentro de su saco fibroso (*pericardio*) o los tendones flexores dentro de los túneles fibrosos que los mantienen contra los huesos de los dedos.

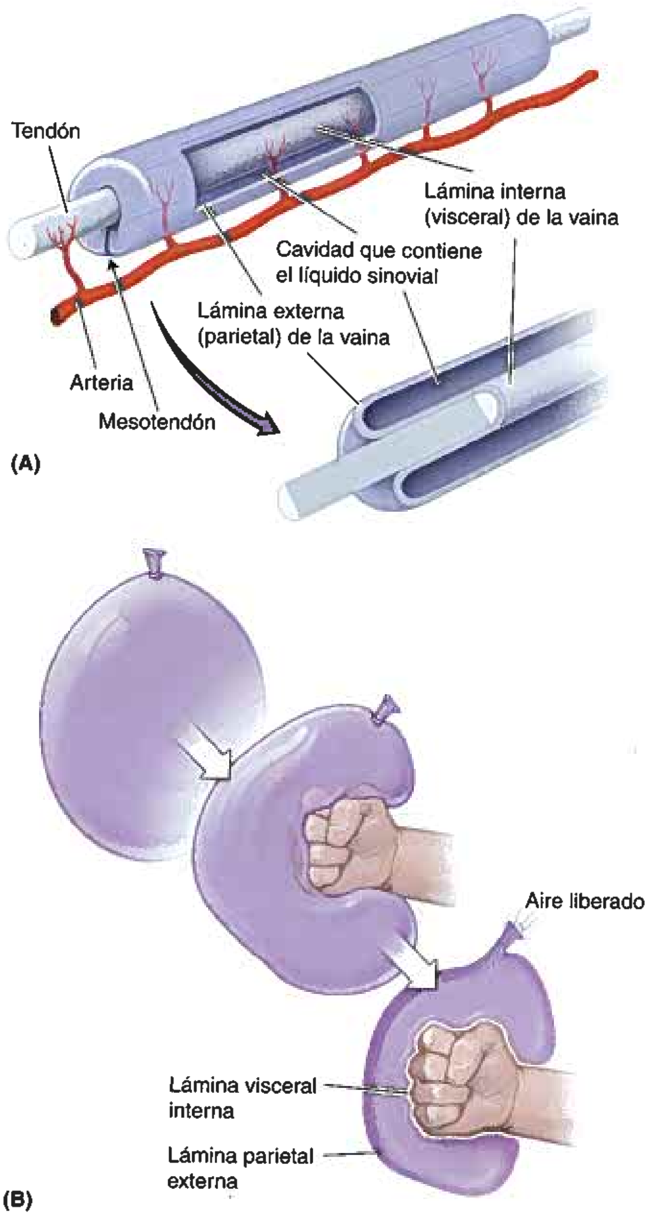

Tendón
Lámina interna (visceral) de la vaina
Cavidad que contiene el líquido sinovial
Lámina externa (parietal) de la vaina
Arteria
Mesotendón
(A)
Aire liberado
Lámina visceral interna
Lámina parietal externa
(B)

FIGURA I-10. Vainas sinoviales de los tendones y bolsas serosas. A. Las vainas sinoviales de los tendones son bolsas longitudinales que rodean los tendones cuando éstos pasan profundamente al retináculo o a través de vainas fibrosas de los dedos. **B.** Las bolsas serosas envuelven estructuras diversas, tales como el corazón, los pulmones, las vísceras abdominales y los tendones, de manera similar a como este globo desinflado envuelve al puño. Una fina película de líquido lubricante entre las láminas parietal y visceral confiere movilidad a la estructura rodeada por la bolsa dentro de un compartimiento cerrado. Los pliegues transicionales de membrana sinovial entre las láminas parietal y visceral continuas de la bolsa, que rodean el tallo conector (el carpo en el ejemplo) y/o las estructuras vasculonerviosas para el tejido circundante, se denominan mesenterios. En el caso de la vaina sinovial de un tendón, el mesenterio se denomina mesotendón.

FASCIAS

Planos fasciales y cirugía

En el sujeto vivo, los planos fasciales (*interfascial* e *intrafascial*) son espacios potenciales entre fascias adyacentes o estructuras tapizadas por fascias, o dentro de fascias areolares laxas, como las *fascias subserosas*. Los cirujanos aprovechan estos planos interfasciales para separar estructuras y crear espacios que permitan acceder a otras estructuras más profundas. En ciertos procedimientos, los cirujanos utilizan los planos fasciales extrapleurales o extraperitoneales, lo que les permite operar por fuera de las membranas que tapizan las cavidades corporales, minimizando la posible contaminación, la diseminación de la infección y la consiguiente formación de adherencias dentro de las cavidades. Lamentablemente, estos planos a menudo se hallan fusionados y resulta difícil establecerlos o apreciarlos en el cadáver embalsamado.

Puntos fundamentales

FASCIAS Y BOLSAS

La fascia profunda es una capa organizada de tejido conectivo que envuelve completamente el cuerpo por debajo del tejido subcutáneo que subyace a la piel. Extensiones y modificaciones de la fascia profunda: ♦ divide los músculos en grupos (tabiques intermusculares), ♦ reviste los distintos músculos y paquetes vasculonerviosos (fascia de revestimiento), ♦ está situada entre las paredes musculoesqueléticas y las membranas serosas que tapizan las cavidades corporales (fascia subserosa), y ♦ mantiene los tendones en su lugar durante los movimientos de la articulación (retináculos). Las bolsas son sacos cerrados compuestos por membranas serosas y se hallan en los lugares sometidos a fricción; permiten que una superficie se mueva libremente sobre otra.

SISTEMA ESQUELÉTICO

El sistema esquelético puede dividirse en dos partes funcionales (fig. I-11):

- El **esqueleto axial** está compuesto por los huesos de la cabeza (*cráneo*), el cuello (*hueso hioides* y *vértebras cervicales*) y el tronco (*costillas, esternón, vértebras y sacro*).
- El **esqueleto apendicular** se compone de los *huesos de los miembros*, incluidos los que constituyen las cinturas escapular (pectoral) y pélvica.

Cartílagos y huesos

El esqueleto se compone de cartílagos y huesos. El **cartílago** es un tipo de tejido conectivo semirrígido que forma las partes del esqueleto donde se requiere más flexibilidad; por ejemplo, donde los *cartílagos costales* unen las costillas al esternón. Asimismo, las **superficies articulares** de los huesos que intervienen en una articulación sinovial están recubiertas por un **cartílago articular** que les proporciona superficies lisas, de baja fricción y deslizantes para efectuar libremente los movimientos (fig. I-16A). Los vasos sanguíneos no penetran en el cartílago (es decir, es *avascular*); por lo tanto, sus células obtienen el oxígeno y los nutrientes por difusión. La proporción de cartílago y hueso en el esqueleto cambia a medida que la persona crece; cuanto más joven, más cantidad de cartílago posee. Los huesos del recién nacido son blandos y flexibles porque están compuestos principalmente por cartílago.

El **hueso,** un tejido vivo, es un tipo de tejido conectivo duro, altamente especializado, que compone la mayor parte del esqueleto. Los huesos del adulto proporcionan:

- Soporte para el cuerpo y sus cavidades vitales; es el principal tejido de sostén del organismo.
- Protección para las estructuras vitales (p. ej., el corazón).
- Base mecánica para el movimiento (acción de palanca).
- Almacenamiento de sales (p. ej., calcio).
- Aporte continuo de nuevas células sanguíneas (producidas por la médula ósea en la cavidad medular de muchos huesos).

Un tejido conectivo fibroso cubre como una funda todos los elementos del esqueleto, excepto donde hay cartílago articular; el que rodea los huesos es el **periostio** (fig. I-15), mientras que el que existe en torno al cartílago es el **pericondrio.** El periostio y el pericondrio nutren las caras externas del tejido esquelético. Pueden depositar más cartílago sobre el hueso (particularmente durante la consolidación de las fracturas) y proporcionan la interfase para la inserción de los *ligamentos* y *tendones*.

Los dos tipos de hueso son el **hueso compacto** y el **hueso esponjoso** (trabecular). Se diferencian por la cantidad relativa de materia sólida y por el número y el tamaño de los espacios que contienen (fig. I-12). Todos los huesos poseen una delgada capa superficial de hueso compacto en torno a una masa central de hueso esponjoso, excepto donde este último queda reemplazado por la *cavidad medular*. Dentro de la cavidad medular de los huesos del adulto, y entre las **espículas** (trabéculas) del hueso esponjoso, hay *médula ósea amarilla* (grasa) o *roja* (que forma las células sanguíneas y las plaquetas), o una combinación de ambas.

La arquitectura y la proporción de hueso compacto y esponjoso varían según la función. El hueso compacto aporta fuerza para soportar el peso. En los *huesos largos*, diseñados para ser rígidos y proporcionar inserción a los músculos y ligamentos, la cantidad de hueso compacto es mayor cerca de la mitad de la *diáfisis* o cuerpo, donde los huesos son más propensos a arquearse. Además, los huesos largos presentan elevaciones (*protuberancias, crestas* y *tubérculos*) que sirven de apoyo en el lugar de inserción de los músculos grandes. El hueso en el sujeto vivo posee una cierta *elasticidad* (flexibilidad) y una gran *rigidez* (dureza).

CLASIFICACIÓN DE LOS HUESOS

Los huesos se clasifican según su forma:

- Los *huesos largos* son tubulares (p. ej., el húmero en el brazo).
- Los *huesos cortos* son cuboideos y se hallan sólo en el tarso (tobillo) y el carpo (muñeca).
- Los *huesos planos* cumplen habitualmente una función protectora (p. ej., los huesos planos del cráneo protegen el encéfalo).

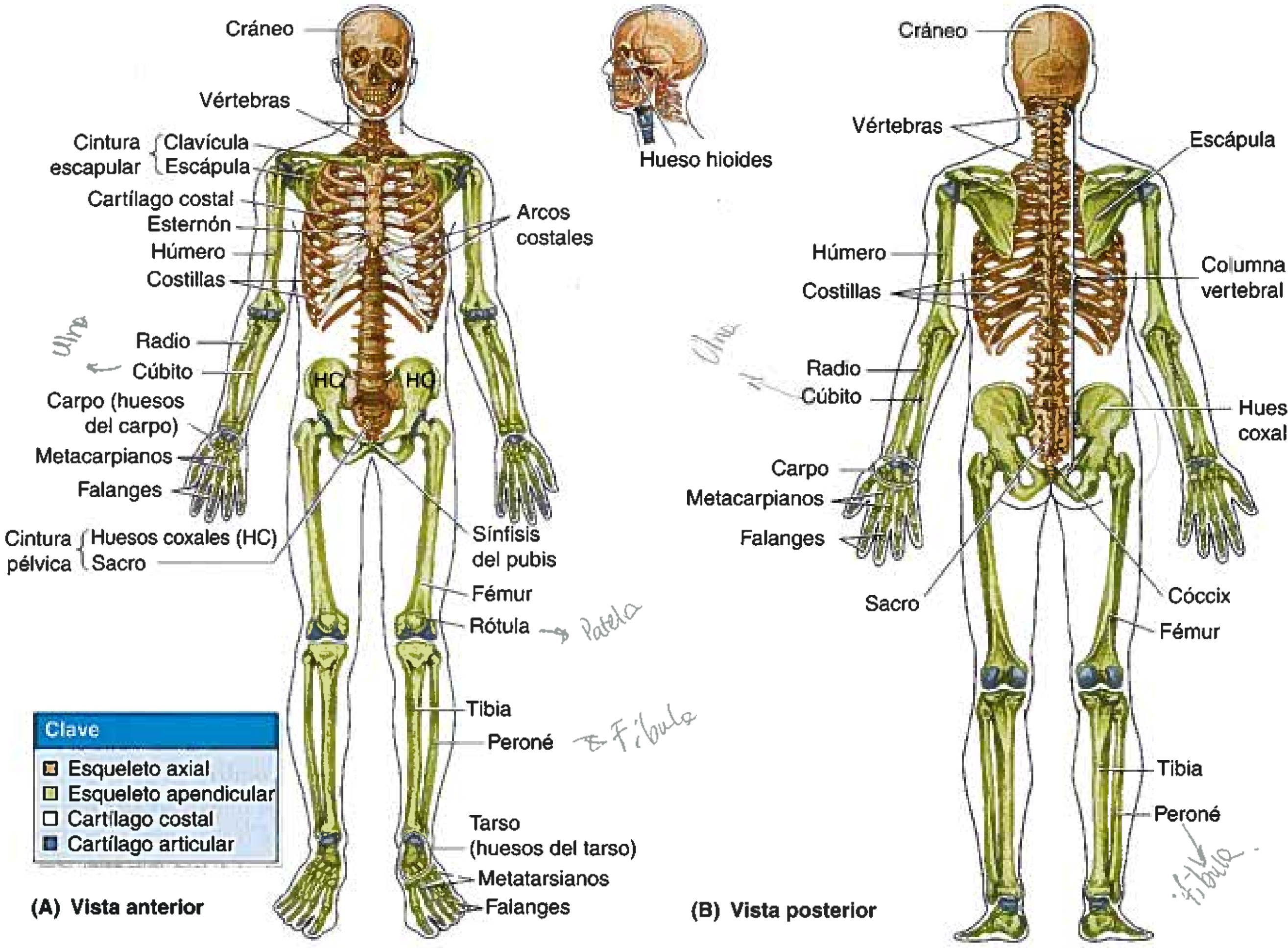

Cráneo
Vértebras
Cintura escapular
Clavícula
Escápula
Cartílago costal
Esternón
Húmero
Costillas
Arcos costales
Radio
Cúbito
Ulna
Carpo (huesos del carpo)
Metacarpianos
Falanges
HC
HC
Cintura pélvica
Huesos coxales (HC)
Sacro
Sínfisis del pubis
Fémur
Rótula
→ Patela
Tibia
Peroné
= Fíbula
Tarso (huesos del tarso)
Metatarsianos
Falanges
Clave
🟫 Esqueleto axial
🟩 Esqueleto apendicular
☐ Cartílago costal
🟦 Cartílago articular
(A) Vista anterior
Hueso hioides
Cráneo
Vértebras
Escápula
Húmero
Costillas
Columna vertebral
Ulna
Radio
Cúbito
Hueso coxal
Carpo
Metacarpianos
Falanges
Sacro
Cóccix
Fémur
Tibia
Peroné
fíbula
(B) Vista posterior

FIGURA I-11. Sistema esquelético.

- Los *huesos irregulares* tienen formas diferentes a las de los huesos largos, cortos y planos (p. ej., los huesos de la cara).
- Los *huesos sesamoideos* (p. ej., la rótula de la rodilla) se desarrollan en ciertos tendones y se hallan donde éstos cruzan los extremos de los huesos largos de los miembros; protegen los tendones frente a un excesivo desgaste, y a menudo modifican el ángulo de inserción tendinosa.

Detalles y formaciones óseas

Los **detalles óseos** aparecen donde se insertan los tendones, ligamentos y fascias, o donde las arterias se hallan adyacentes a los huesos o penetran en ellos. Otras formaciones están en relación con el paso de un tendón (a menudo para dirigirlo o mejorar su acción de palanca) o para controlar el tipo de movimiento que ocurre en una articulación. Algunos de los detalles y características de los huesos son los siguientes (fig. I-13):

- *Capítulo:* pequeña cabeza articular redondeada (p. ej., el capítulo del húmero).
- *Cóndilo:* área articular redondeada, semejante a un nudillo; con frecuencia es una estructura par (p. ej., los cóndilos lateral y medial del fémur).

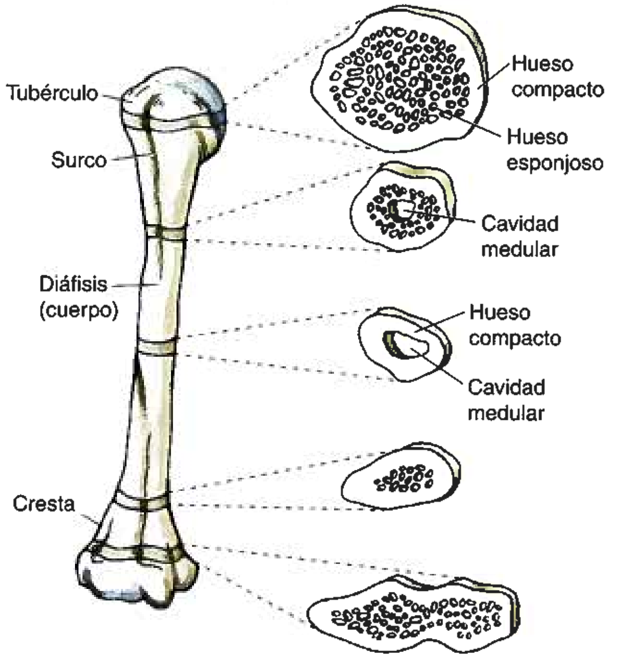

Tubérculo
Surco
Diáfisis (cuerpo)
Cresta
Hueso compacto
Hueso esponjoso
Cavidad medular
Hueso compacto
Cavidad medular

FIGURA I-12. Secciones transversales del húmero. La diáfisis de un hueso vivo está formada por un tubo de hueso compacto que rodea la cavidad medular.

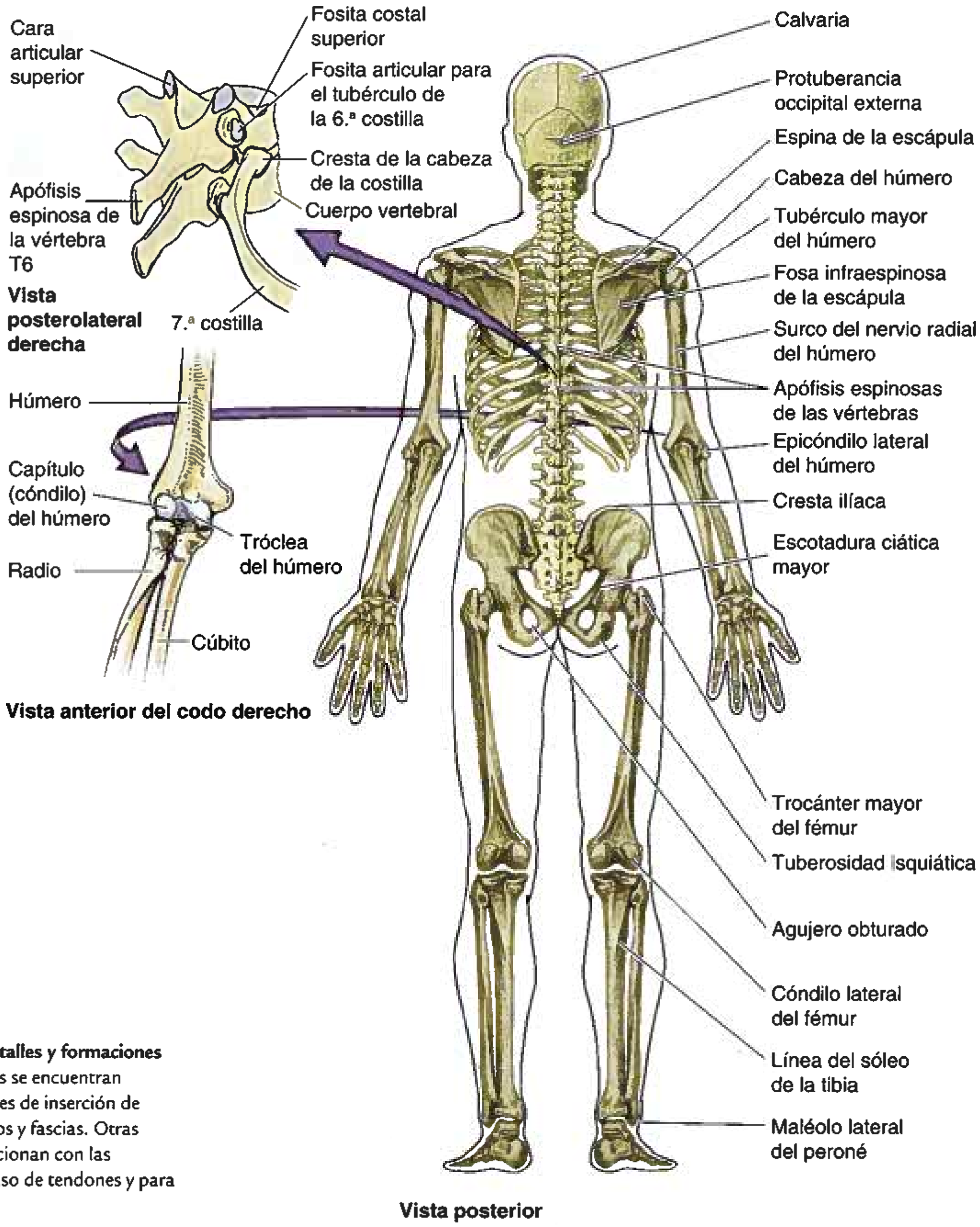

Cara articular superior
Fosita costal superior
Fosita articular para el tubérculo de la 6.ª costilla
Cresta de la cabeza de la costilla
Cuerpo vertebral
Apófisis espinosa de la vértebra T6
Vista posterolateral derecha
7.ª costilla
Húmero
Capítulo (cóndilo) del húmero
Tróclea del húmero
Radio
Cúbito
Vista anterior del codo derecho
Calvaria
Protuberancia occipital externa
Espina de la escápula
Cabeza del húmero
Tubérculo mayor del húmero
Fosa infraespinosa de la escápula
Surco del nervio radial del húmero
Apófisis espinosas de las vértebras
Epicóndilo lateral del húmero
Cresta ilíaca
Escotadura ciática mayor
Trocánter mayor del fémur
Tuberosidad isquiática
Agujero obturado
Cóndilo lateral del fémur
Línea del sóleo de la tibia
Maléolo lateral del peroné
Vista posterior

FIGURA I-13. Detalles y formaciones óseas. En los huesos se encuentran detalles en los lugares de inserción de tendones, ligamentos y fascias. Otras formaciones se relacionan con las articulaciones, el paso de tendones y para mejorar la palanca.

- *Cresta:* reborde óseo (p. ej., la cresta ilíaca).
- *Epicóndilo:* eminencia superior a un cóndilo (p. ej., el epicóndilo lateral del húmero).
- *Cara, carilla* o *fosita:* área plana y lisa, habitualmente cubierta de cartílago, donde un hueso se articula con otro (p. ej., la fosita costal superior sobre el cuerpo de una vértebra para articularse con una costilla).
- *Agujero (foramen):* paso a través de un hueso (p. ej., el agujero obturado).
- *Fosa:* hueco o área deprimida (p. ej., la fosa infraespinosa de la escápula).
- *Surco:* depresión alargada (p. ej., el surco del nervio radial del húmero).
- *Cabeza:* extremo articular grande y redondeado (p. ej., la cabeza del húmero).
- *Línea:* elevación lineal (p. ej., la línea del músculo sóleo de la tibia).
- *Maléolo:* apófisis redondeada (p. ej., el maléolo lateral del peroné).
- *Escotadura:* muesca en el borde de un hueso (p. ej., la escotadura ciática mayor).
- *Protuberancia:* prominencia ósea (p. ej., la protuberancia occipital externa).
- *Espina:* apófisis semejante a una espina (p. ej., la espina de la escápula).
- *Apófisis espinosa:* parte que se proyecta como una espina (p. ej., las apófisis espinosas de las vértebras).
- *Trocánter:* gran elevación roma (p. ej., el trocánter mayor del fémur).
- *Tróclea:* proceso articular semejante a un carrete que actúa como una polea (p. ej., la tróclea del húmero).

- *Tubérculo:* pequeña eminencia elevada (p. ej., el tubérculo mayor del húmero).
- *Tuberosidad:* gran elevación redondeada (p. ej., la tuberosidad isquiática).

DESARROLLO ÓSEO

La mayoría de los huesos tarda muchos años en crecer y madurar. El húmero (hueso del brazo), por ejemplo, comienza a osificarse al final del período embrionario (8 semanas); sin embargo, la osificación no se completa hasta los 20 años de edad. Todos los huesos derivan del *mesénquima* (tejido conectivo embrionario) por dos procesos diferentes: osificación intramembranosa (directamente desde el mesénquima) y osificación endocondral (a partir del cartílago derivado del mesénquima). La histología (estructura microscópica) de un hueso es la misma en uno y otro proceso (Ross *et al.*, 2006):

- En la **osificación intramembranosa** (formación de hueso membranoso), los moldes de los huesos mesenquimatosos se forman durante el período embrionario, y la osificación directa del mesénquima se inicia en el período fetal.
- En la **osificación endocondral** (formación de hueso cartilaginoso), los moldes de los huesos cartilaginosos se forman a partir del mesénquima durante el período fetal, y el hueso reemplaza posteriormente a la mayor parte del cartílago.

Una breve descripción de la osificación endocondral ayuda a explicar el modo de crecimiento de los huesos largos (fig. I-14). Las células mesenquimatosas se condensan y diferencian en *condroblastos;* estas células se dividen en el tejido cartilaginoso en crecimiento y forman un *molde de hueso cartilaginoso*. En la zona media de este molde, el cartílago se *calcifica* (se impregna progresivamente de sales de calcio) y los *capilares perirósticos* (que proceden de la vaina fibrosa que rodea al molde) crecen hacia el interior del cartílago calcificado del molde óseo e irrigan su interior. Estos vasos sanguíneos, junto con *células osteógenas (formadoras de hueso)* asociadas, constituyen una *yema perióstica* (fig. I-14A). Los capilares inician un **centro de osificación primario,** así llamado porque el tejido óseo que forma reemplaza a la mayor parte del cartílago en el cuerpo principal del molde óseo. El cuerpo de un hueso osificado a partir del centro de osificación primario es la **diáfisis,** que crece a medida que el hueso se desarrolla.

La mayoría de los **centros de osificación secundarios** aparecen después del nacimiento en otras partes del hueso en desarrollo; las partes de un hueso osificado desde estos centros son las **epífisis.** Los condrocitos situados en medio de las epífisis se hipertrofian, y la *matriz ósea* (sustancia extracelular) interpuesta se calcifica. Las *arterias epifisarias* crecen hacia el interior de las cavidades en desarrollo, asociadas a células osteógenas. La parte ensanchada de la diáfisis que se halla junto a la epífisis es la **metáfisis.** Para que continúe el crecimiento, el hueso formado a partir del centro primario en la diáfisis no se fusiona con el formado en los centros secundarios en las epífisis, hasta que el hueso alcanza su tamaño adulto. Por lo tanto, durante el crecimiento de un hueso largo hay **láminas (placas) epifisarias** cartilaginosas que separan la diáfisis y las epífisis (fig. I-14B). Estas láminas de crecimiento quedan reemplazadas luego por hueso en ambos lados, diafisario y epifisario. Cuando ello ocurre, cesa el crecimiento óseo y la diáfisis se fusiona con las epífisis. La línea de fusión formada durante este proceso (*sinostosis*) es particularmente densa y puede reconocerse en los cortes del hueso o en las radiografías como una **línea epifisaria** (fig. I-15). La fusión epifisaria de los huesos ocurre progresivamente desde la pubertad hasta la madurez. La *osificación de los huesos cortos* es similar a la del centro de osificación primario de los huesos largos. Sólo hay un hueso corto, el calcáneo (hueso del talón), que desarrolla un centro de osificación secundario.

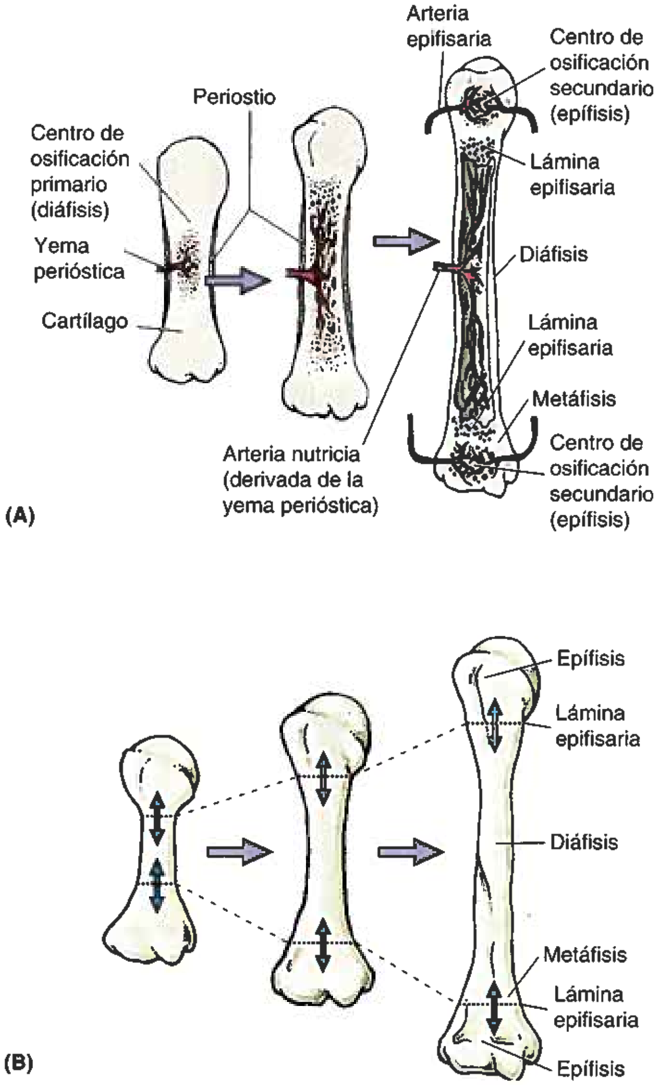

Centro de osificación primario (diáfisis)
Yema perióstica
Cartílago
Periostio
Arteria epifisaria
Centro de osificación secundario (epífisis)
Lámina epifisaria
Diáfisis
Lámina epifisaria
Metáfisis
Centro de osificación secundario (epífisis)
Arteria nutricia (derivada de la yema perióstica)
(A)
Epífisis
Lámina epifisaria
Diáfisis
Metáfisis
Lámina epifisaria
Epífisis
(B)

FIGURA I-14. Desarrollo y crecimiento de un hueso largo. A. Formación de los centros de osificación primario y secundarios. **B.** El crecimiento longitudinal se produce a ambos lados de las láminas (placas) epifisarias cartilaginosas *(flechas azules)*. El hueso formado en el centro primario de la diáfisis no se fusiona con el formado en los centros secundarios epifisarios hasta que el hueso ha alcanzado su talla adulta. Cuando el crecimiento cesa, la lámina epifisaria agotada es reemplazada por una sinostosis (fusión de hueso con hueso) que podemos observar, en las radiografías y en las secciones de hueso, como una línea en la epífisis.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN DE LOS HUESOS

Los huesos poseen una rica irrigación sanguínea. Los vasos sanguíneos más aparentes son las **arterias nutricias** (una o más para cada hueso), que surgen como ramas independientes de arterias adyacentes extraperiósticas y pasan oblicuamente a través del hueso

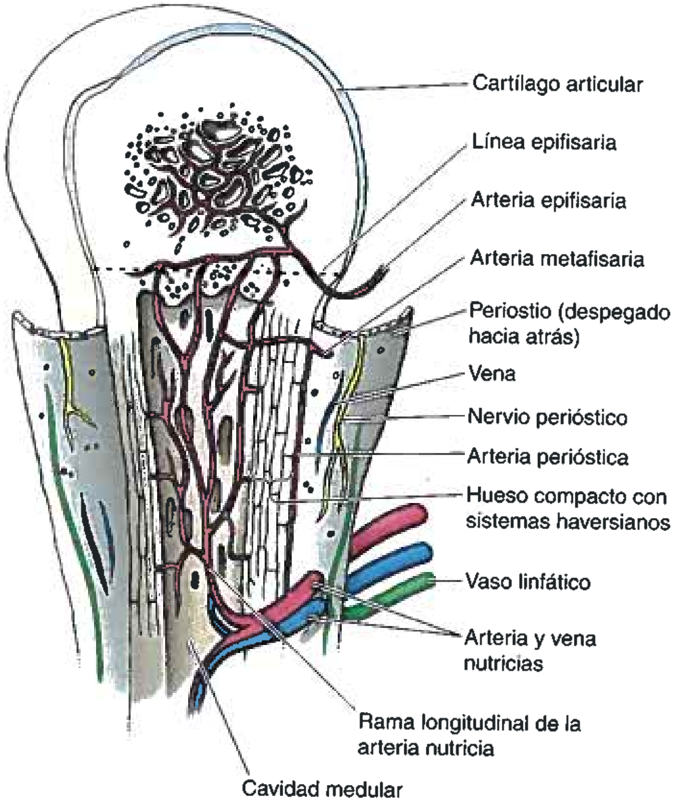


FIGURA I-15. Vascularización e inervación de un hueso largo.

compacto de la diáfisis de un hueso largo a través de los **agujeros nutricios.** La arteria nutricia se divide en la cavidad medular en ramas longitudinales que se dirigen hacia ambos extremos e irrigan la médula ósea, el hueso esponjoso y las porciones más profundas del hueso compacto (fig. I-15), aunque la mayor parte de éste se nutre a partir de muchas ramas pequeñas de las arterias periósticas. Por lo tanto, la extirpación del periostio produce la muerte del hueso.

La sangre llega a los *osteocitos* (células óseas) en el hueso compacto por medio de los **sistemas haversianos** u *osteonas* (sistemas de conductos microscópicos), que albergan pequeños vasos sanguíneos. Los extremos óseos reciben su irrigación de arterias metafisarias y epifisarias, que se originan principalmente en las arterias que nutren las articulaciones. En los miembros, estas arterias típicamente forman parte de un *plexo arterial periarticular* que rodea la articulación, lo que garantiza el flujo sanguíneo distal a la articulación, independientemente de la posición asumida por ésta.

Las venas acompañan a las arterias a su paso por los agujeros nutricios. Muchas venas gruesas salen también a través de agujeros cercanos a los extremos articulares de los huesos. Los huesos con médula ósea roja contienen numerosas venas gruesas. Los *vasos linfáticos* son también abundantes en el periostio.

Los nervios acompañan a los vasos sanguíneos óseos. El periostio está ricamente inervado por nervios sensitivos **—nervios periósticos—** portadores de fibras de la sensibilidad dolorosa. El periostio es especialmente sensible al desgarro y a la tensión, lo que explica el dolor agudo que producen las fracturas óseas. El hueso propiamente dicho recibe un número escaso de terminaciones sensitivas. Dentro del hueso, los **nervios vasomotores** causan constricción o dilatación de los vasos sanguíneos, lo que regula el flujo sanguíneo a través de la médula.

HUESOS

Huesos accesorios

Los **huesos accesorios (supernumerarios)** se desarrollan cuando aparecen centros de osificación adicionales y forman huesos extra. Muchos huesos se desarrollan a partir de varios centros de osificación, y las distintas partes normalmente se fusionan. Algunas veces, uno de estos centros deja de fusionarse con el hueso principal, lo que da la apariencia de un hueso extra. Un análisis cuidadoso muestra que el aparente hueso extra es, en realidad, una parte ausente del hueso principal. Es frecuente observar áreas circunscritas de hueso a lo largo de las suturas craneales, donde se unen los huesos planos, especialmente en el hueso parietal (v. cap. 7). Estos pequeños huesos, irregulares y vermiformes, son los **huesos suturales** (huesos wormianos). Es importante saber que los huesos accesorios son frecuentes en los pies, para no confundirlos con fragmentos óseos en las radiografías o en otros métodos de diagnóstico por la imagen.

Huesos heterotópicos

A veces hay formación de hueso en el interior de los tejidos blandos, donde normalmente no existe (p. ej., en las cicatrices). Los jinetes a menudo desarrollan **huesos heterotópicos** en los muslos (*huesos del jinete*), probablemente por la tensión muscular crónica que produce pequeñas áreas hemorrágicas, con calcificación y posterior osificación.

Traumatismos y cambios óseos

Los huesos son órganos vivos que causan dolor cuando se lesionan, sangran al fracturarse, se remodelan en relación con las tensiones que soportan y cambian con la edad. Al igual que otros órganos, los huesos poseen vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios, y pueden enfermar. Los huesos que no se utilizan, como ocurre en un miembro paralizado, se *atrofian* (disminuyen de tamaño). Los huesos también pueden absorberse, como ocurre en la mandíbula al extraer los dientes. Los huesos se *hipertrofian* (aumentan de tamaño) cuando soportan un mayor peso durante un largo período de tiempo.

Un traumatismo en un hueso puede romperlo. Para que la fractura se consolide adecuadamente hay que poner en contacto los extremos óseos en una posición que se aproxime a la normal, lo que se denomina *reducción de una fractura*. Durante la consolidación, los *fibroblastos* (células del tejido conectivo) circundantes proliferan y segregan colágeno, que forma un *callo* externo para mantener unidos ambos extremos (fig. CI-4). En el área de la fractura ocurre una remodelación ósea y el callo se calcifica; finalmente el callo se reabsorbe y queda reemplazado por hueso. Después de varios meses, apenas

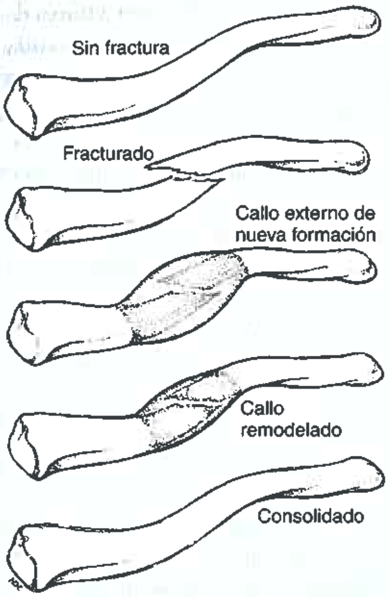


FIGURA CI-4.

quedan indicios de la fractura, especialmente en los individuos jóvenes. Las fracturas son más comunes en el niño que en el adulto, por la combinación de unos huesos delgados en crecimiento y realizar actividades sin tomar precauciones. Afortunadamente, muchas de estas fracturas son *en tallo verde* (incompletas, causadas por doblamiento del hueso). Las fracturas en los huesos en crecimiento consolidan con más rapidez que las producidas en el hueso adulto.

Osteoporosis

Durante el proceso de envejecimiento disminuyen los componentes orgánico e inorgánico del hueso, lo que a menudo produce *osteoporosis,* una reducción de la cantidad de hueso o atrofia del tejido esquelético (fig. CI-5). A consecuencia de ello, los huesos se vuelven quebradizos, pierde su elasticidad y se fracturan fácilmente. La *gammagrafía ósea* e un método de diagnóstico que se utiliza para valorar la masa óse normal o disminuida (v. «Técnicas de diagnóstico por la imagen» p. 66).

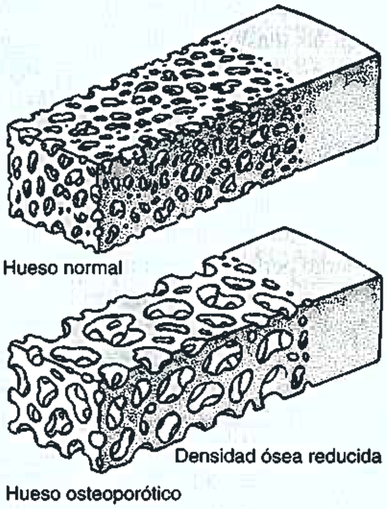


FIGURA CI-5.

Punción esternal

El examen de la médula ósea proporciona una valios información para evaluar las enfermedades hemática (de la sangre). Debido a su situación inmediatament debajo de la piel (subcutáneo) y a la facilidad de su acceso, el esternón es un lugar que se utiliza comúnmente para obtener muestra de médula ósea. En la *punción esternal* se utiliza una aguja grues que se inserta a través del delgado hueso cortical hasta el hues esponjoso. Con una jeringa se aspira una muestra de *médula óse roja* para su examen en el laboratorio. El *trasplante de médula óse* se utiliza a veces en el tratamiento de la leucemia.

Crecimiento del hueso y valoración de la edad ósea

El conocimiento de las localizaciones donde se encuentran los centros de osificación, su cronología de aparición su ritmo de crecimiento y las edades en que se produc la fusión de las localizaciones (sinostosis), son importantes en medicina clínica y forense, y en antropología. Un índice general del crecimiento del lactante, el niño y el adolescente se obtiene mediante l determinación de la *edad ósea* con radiografías (imágenes en negativo producidas por rayos X). La edad de un individuo joven pued averiguarse por el estudio de los centros de osificación de los huesos Los principales criterios son: *1)* la aparición de material calcificad en la diáfisis y/o la epífisis, y 2) la desaparición de la línea radiotransparente (oscura) que representa la lámina epifisaria (su ausenci indica que se ha producido la fusión epifisaria; la fusión ocurre edades determinadas en cada epífisis). La fusión de las epífisis con l diáfisis ocurre 1 o 2 años antes en las niñas que en los niños. La determinación de la edad ósea puede ser útil para predecir la talla adult en los adolescentes con maduración precoz o tardía. La valoració de la edad ósea también ayuda a establecer la edad aproximada d los restos esqueléticos humanos en procesos médico-legales.

Efectos de la enfermedad y la dieta sobre el crecimiento óseo

En algunas enfermedades se produce una fusión epifisaria (tiempo de osificación) precoz, en comparación co los individuos normales de la misma edad cronológica en otras enfermedades hay un retraso de dicha fusión. El esquelet en crecimiento es sensible a afecciones relativamente leves y transitorias, y también a períodos de mala nutrición. La proliferació de cartílago en las metáfisis se enlentece durante la inanición la enfermedad, aunque continúa la proliferación de células en la columnas cartilaginosas, lo que da lugar a una línea densa de calcificación provisional. Estas líneas se convierten luego en hueso co trabéculas engrosadas, o *líneas de detención del crecimiento*.

Desplazamiento y separación de las epífisis

Sin un conocimiento del crecimiento de los huesos y de su aspecto a las distintas edades, es posible que en las radiografías y en otros métodos de diagnóstico por la imagen se confunda una lámina epifisaria desplazada con una fractura, y la separación de una epífisis con un fragmento desplazado de un hueso fracturado. El conocimiento de la edad del paciente y de la localización de las epífisis puede prevenir estos errores anatómicos. Los bordes de la diáfisis y de la epífisis tienen forma lisa y curvada en la región de la lámina epifisaria. En las fracturas óseas siempre hay un borde agudo, a menudo irregular, en el hueso fracturado. Un traumatismo que causa una fractura en el adulto, suele producir un desplazamiento de la epífisis en el niño.

Necrosis avascular

La pérdida de la irrigación arterial en una epífisis u otras partes del hueso produce la muerte del tejido óseo, o *necrosis avascular*. En toda fractura hay pequeñas áreas de necrosis en el hueso adyacente, y en algunos casos se produce la necrosis avascular de un gran fragmento óseo. En el niño, diversos trastornos clínicos epifisarios proceden de una necrosis avascular de causa desconocida. Estos trastornos reciben colectivamente la denominación de *osteocondrosis*.

Puntos fundamentales

CARTÍLAGO Y HUESOS

El sistema esquelético puede dividirse en esqueleto axial (huesos de la cabeza, el cuello y el tronco) y apendicular (huesos de los miembros). El esqueleto propiamente dicho se compone de diversos tipos de tejidos: ♦ cartílago, un tejido conectivo semirrígido; ♦ hueso, un tipo de tejido conectivo duro que proporciona soporte, protección, movilidad, almacenamiento (de ciertos electrólitos) y síntesis de células sanguíneas; ♦ el periostio, que rodea los huesos, y el pericondrio, que rodea el cartílago, aportan nutrición a estos tejidos y son los lugares de formación de hueso y cartílago. Dos tipos de hueso, esponjoso y compacto, se diferencian por la cantidad de materia sólida que poseen y por el tamaño y el número de los espacios que contienen. Los huesos pueden dividirse en largos, cortos, planos, irregulares o sesamoideos. Al describir la estructura de los diferentes huesos se utilizan términos estándar para los distintos detalles y características óseas.

El crecimiento de la mayoría de los huesos requiere muchos años. Los huesos crecen por: ♦ osificación intramembranosa, en la cual se forman moldes de hueso mesenquimatoso durante los períodos embrionario y prenatal, y ♦ osificación endocondral, en la cual se forman moldes cartilaginosos durante el período fetal y el hueso reemplaza al cartílago después del nacimiento.

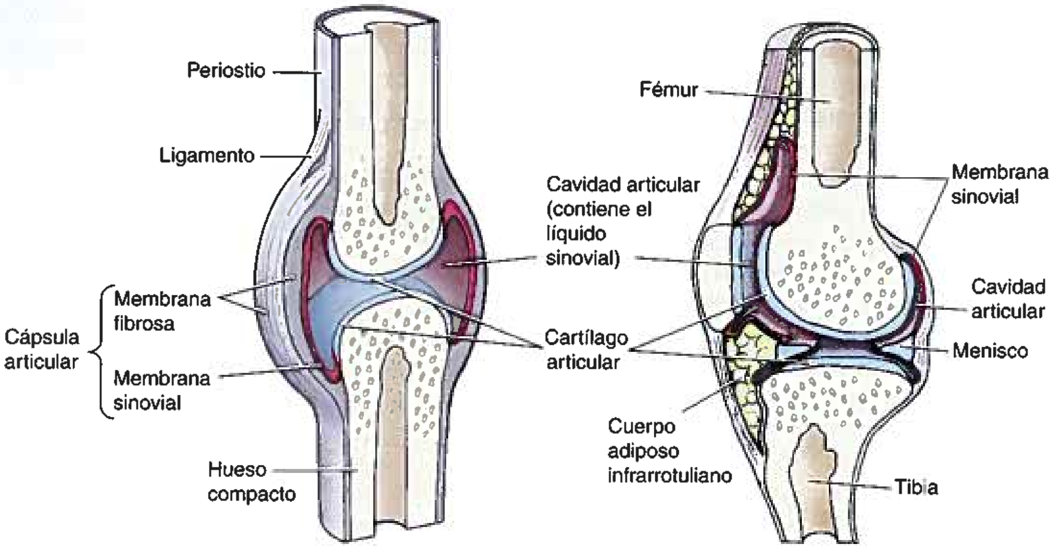
Articulaciones

Las **articulaciones** son las uniones entre dos o más huesos o partes rígidas del esqueleto. Las articulaciones presentan distintas formas y funciones. Algunas carecen de movilidad, como las láminas epifisarias, situadas entre las epífisis y la diáfisis de un hueso largo en crecimiento; otras permiten sólo ligeros movimientos, como las de los dientes dentro de sus alvéolos; y algunas se mueven libremente, como la articulación del hombro.

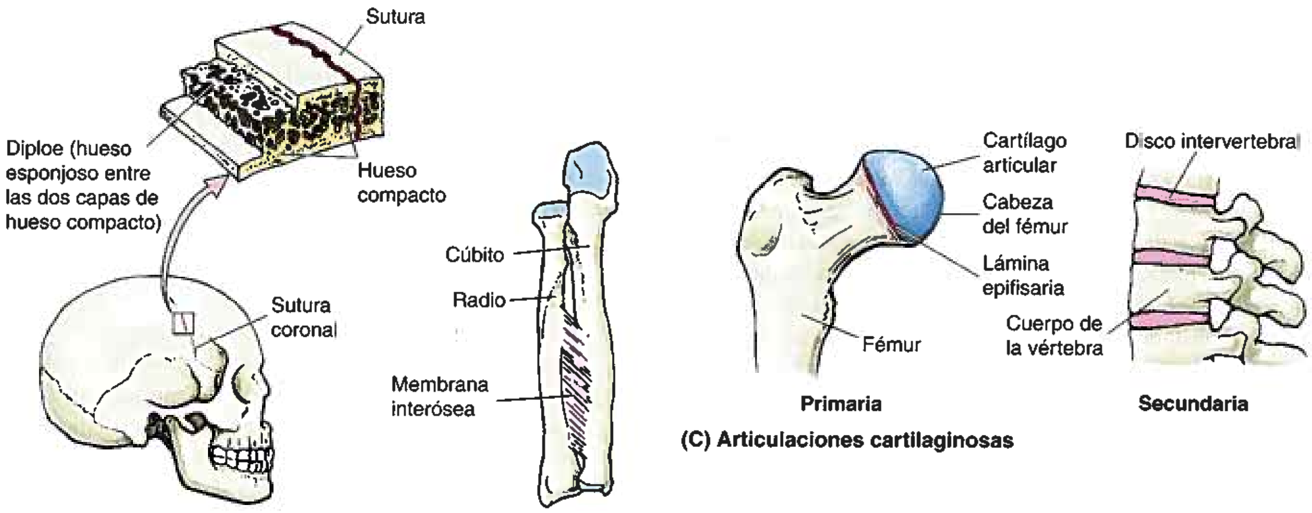
CLASIFICACIÓN DE LAS ARTICULACIONES

Se describen tres tipos de articulaciones, según el modo en que se articulan los huesos o el tipo de material que los une:

1. Los huesos que se articulan con **articulaciones sinoviales** se unen mediante una **cápsula articular** (compuesta por una **membrana fibrosa** externa tapizada por una **membrana sinovial** serosa) que abarca y engloba una cavidad articular. La **cavidad articular** de una articulación sinovial, como la rodilla, es un espacio potencial que contiene una pequeña cantidad de **líquido sinovial** lubrificante, segregado por la membrana sinovial. Dentro de la cápsula, el cartílago articular cubre las superficies articulares de los huesos; todas las demás superficies internas están revestidas por la membrana sinovial. Los huesos de la figura I-16A, normalmente en estrecha aposición, se han separado para ponerlos de manifiesto, y además se ha hinchado la cápsula articular; con ello se ha exagerado la cavidad articular, normalmente potencial. El *periostio* que reviste la parte extraarticular de los huesos participantes se une con la membrana fibrosa de la cápsula articular.
2. Los huesos que se articulan con **articulaciones fibrosas** se unen mediante tejido fibroso. La amplitud de los movimientos que se producen en una articulación fibrosa depende, en la mayoría de los casos, de la longitud de las fibras que unen los huesos articulados. Las *suturas del cráneo* son ejemplos de articulaciones fibrosas (fig. I-16B). Estos huesos se unen entre sí, ya sea entrelazados a lo largo de una línea sinuosa o bien por solapamiento. En una articulación fibrosa de **tipo sindesmosis** se unen los huesos mediante una lámina de tejido fibroso, ya sea un ligamento o una membrana fibrosa. Por lo tanto, las articulaciones de este tipo son parcialmente móviles. La membrana interósea del antebrazo es una lámina de tejido fibroso que une el radio y el cúbito mediante una sindesmosis. La **sindesmosis dentoalveolar** (gonfosis o alvéolo) es una articulación fibrosa en la cual un proceso semejante a una clavija queda encajado en una articulación alveolar entre la raíz del diente y la apófisis alveolar del maxilar o la mandíbula. La movilidad de esta articulación (un diente flojo) indica un estado patológico que afecta a los tejidos de soporte del diente. Sin embargo, los movimientos microscópicos nos aportan información (a través del sentido propioceptivo) sobre la fuerza


Periostio
Ligamento
Cápsula articular
Membrana fibrosa
Membrana sinovial
Hueso compacto
Fémur
Cavidad articular (contiene el líquido sinovial)
Cartílago articular
Cuerpo adiposo infrarrotuliano
Membrana sinovial
Cavidad articular
Menisco
Tibia

(A) Articulación sinovial **Modelo esquemático** **Articulación de la rodilla**


Sutura
Diploe (hueso esponjoso entre las dos capas de hueso compacto)
Hueso compacto
Sutura coronal
Cúbito
Radio
Membrana interósea
Cartílago articular
Cabeza del fémur
Lámina epifisaria
Fémur
Disco intervertebral
Cuerpo de la vértebra

Primaria **Secundaria**

(C) Articulaciones cartilaginosas

Sutura **Sindesmosis**

(B) Articulaciones fibrosas

FIGURA I-16. Tres tipos de articulaciones. Ejemplos de cada uno de ellos. **A.** Dos modelos que muestran las características básicas de una articulación sinovial.

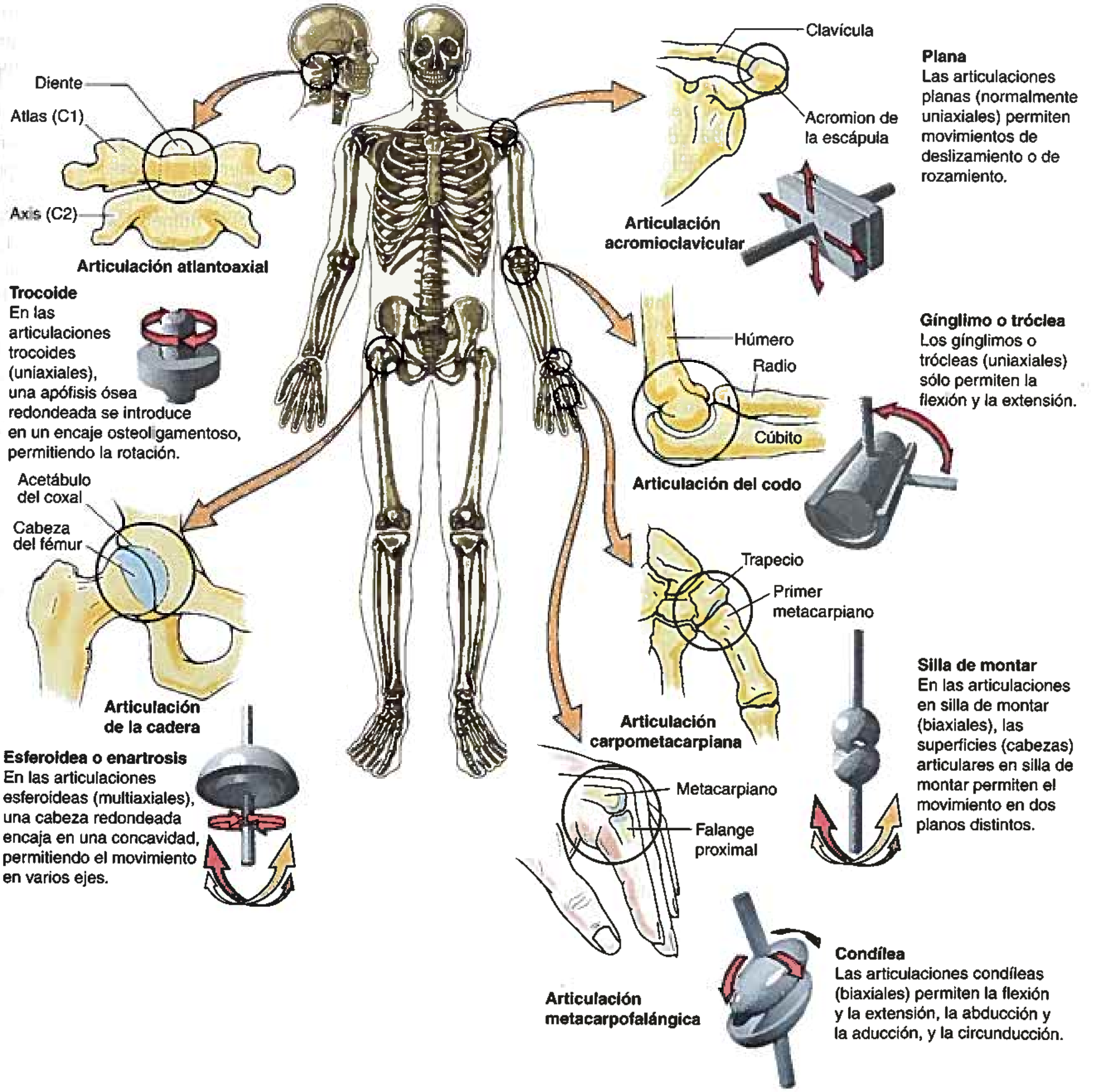
que ejercemos al morder o al apretar los dientes, o si tenemos una partícula introducida entre los dientes.

3. Las estructuras articulares de las **articulaciones cartilaginosas** se unen mediante cartílago hialino o fibrocartílago. En las **articulaciones cartilaginosas primarias,** o sincondrosis, los huesos están unidos por cartílago hialino, el cual permite que se doblen ligeramente en las primeras etapas de la vida. Las articulaciones cartilaginosas primarias suelen ser uniones temporales, como las que están presentes durante el desarrollo de un hueso largo (figs. I-14 y I-16C), en las cuales las epífisis y la diáfisis óseas están unidas por una lámina epifisaria. Las articulaciones cartilaginosas primarias permiten el crecimiento longitudinal del hueso. Cuando finaliza el crecimiento, la lámina epifisaria se convierte en hueso y las epífisis se fusionan con la diáfisis. Las **articulaciones cartilaginosas secundarias**, o sínfisis, son articulaciones fuertes, ligeramente móviles, unidas por fibrocartílago. Los *discos intervertebrales* fibrocartilaginosos (figura I-16C), situados entre las vértebras, están formados por tejido conectivo que une las vértebras entre sí. Colectivamente, estas articulaciones aportan potencia y absorben los choques; además, confieren una notable flexibilidad a la columna vertebral.

Las *articulaciones sinoviales* son las más comunes y permiten movimientos libres entre los huesos que unen. Son articulaciones de locomoción, típicas en casi todas las articulaciones de los miembros. Las articulaciones sinoviales suelen estar reforzadas por **ligamentos accesorios,** que son externos a la articulación (*extrínsecos*) o constituyen un engrosamiento de una parte de la cápsula articular (*intrínsecos*). Algunas articulaciones sinoviales presentan otras características distintivas, como un *disco articular* o menisco fibrocartilaginoso, que está presente cuando las superficies articulares de los huesos no son congruentes (fig. I-16A).

Los seis tipos principales de articulaciones sinoviales se clasifican según la morfología de las superficies articulares y/o el tipo de movimientos que permiten (fig. I-17):

1. Las **articulaciones planas** permiten movimientos de deslizamiento en el plano de las superficies articulares. Las superficies opuestas de los huesos son planas o casi planas, y los movimientos están limitados por unas cápsulas articulares firmes. Las articulaciones planas son numerosas y casi siempre de pequeño tamaño. Un ejemplo es la *articulación acromioclavicular* entre el acromion de la escápula y la clavícula.
2. Los **gínglimos (articulaciones trocleares)** solamente permiten la flexión y la extensión, movimientos que se producen en un plano (sagital) alrededor de un solo eje que cursa transversalmente; por lo tanto, los gínglimos son *uniaxiales*. La cápsula articular es delgada y laxa anterior y posteriormente, donde se producen los movimientos; sin embargo, los huesos están unidos por potentes ligamentos colaterales. La *articulación del codo* es un gínglimo.
3. Las **articulaciones en silla de montar** permiten la abducción y la aducción, así como la flexión y la extensión, movimientos que se producen en torno a dos ejes situados en ángulo recto entre sí; por lo tanto, las articulaciones en silla de montar son *articulaciones biaxiales* que permiten movimientos en dos planos, sagital y frontal. También es posible realizar estos movimientos


Diente
Atlas (C1)
Axis (C2)
Articulación atlantoaxial
Clavícula
Acromion de la escápula
Articulación acromioclavicular
Húmero
Radio
Cúbito
Articulación del codo
Acetábulo del coxal
Cabeza del fémur
Articulación de la cadera
Trapecio
Primer metacarpiano
Articulación carpometacarpiana
Metacarpiano
Falange proximal
Articulación metacarpofalángica

Plana
Las articulaciones planas (normalmente uniaxiales) permiten movimientos de deslizamiento o de rozamiento.

Trocoide
En las articulaciones trocoides (uniaxiales), una apófisis ósea redondeada se introduce en un encaje osteoligamentoso, permitiendo la rotación.

Gínglimo o tróclea
Los gínglimos o trócleas (uniaxiales) sólo permiten la flexión y la extensión.

Esferoidea o enartrosis
En las articulaciones esferoideas (multiaxiales), una cabeza redondeada encaja en una concavidad, permitiendo el movimiento en varios ejes.

Silla de montar
En las articulaciones en silla de montar (biaxiales), las superficies (cabezas) articulares en silla de montar permiten el movimiento en dos planos distintos.

Condílea
Las articulaciones condíleas (biaxiales) permiten la flexión y la extensión, la abducción y la aducción, y la circunducción.

FIGURA I-17. Los seis tipos de articulaciones sinoviales. Las articulaciones sinoviales se clasifican según la forma de sus superficies articulares y/o el tipo de movimiento que éstas permiten.

en una secuencia circular (circunducción). Las superficies articulares opuestas tienen una forma parecida a la de una silla de montar (es decir, son recíprocamente cóncavas y convexas). La *articulación carpometacarpiana* en la base del 1.^{er} dedo (pulgar) es una articulación en silla de montar.

4. Las **articulaciones condíleas** permiten la flexión y la extensión, además de la abducción y la aducción; por lo tanto, son también biaxiales. Sin embargo, el movimiento en un plano (sagital) suele ser mayor (más libre) que en el otro. También es posible la circunducción, aunque más restringida que en las articulaciones en silla de montar. Las *articulaciones metacarpofalángicas* (de los nudillos) son articulaciones condíleas.
5. Las **articulaciones esferoideas** permiten los movimientos en múltiples ejes y planos: flexión y extensión, abducción y aducción, rotación medial y lateral, y circunducción; por lo tanto, se trata de *articulaciones multiaxiales*. En estas articulaciones, muy móviles, la superficie esferoidal de un hueso se mueve dentro de una concavidad de otro. La *articulación de la cadera* es una articulación esferoidea: la *cabeza del fémur*, esférica, rota dentro de la concavidad formada por el *acetábulo* del coxal.
6. Las **articulaciones trocoides** permiten la rotación en torno a un eje central; por lo tanto, son uniaxiales. En estas articulaciones, una apófisis ósea redondeada gira dentro de un anillo. La *articulación atlantoaxial media* es una articulación trocoide: el atlas (vértebra C1) gira alrededor de un proceso digitiforme, el diente del axis (vértebra C2), durante la rotación de la cabeza.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN DE LAS ARTICULACIONES

Las articulaciones reciben su irrigación sanguínea de las **arterias articulares** que se originan en los vasos que rodean la articulación. Las arterias a menudo se *anastomosan* (comunican) para formar redes (*anastomosis arteriales periarticulares*) que garantizan la vascularización de la articulación en las diversas posiciones que ésta asuma. Las **venas articulares** son venas comunicantes que acompañan a las arterias y, al igual que éstas, están localizadas en la cápsula articular, sobre todo en la membrana sinovial.

Las articulaciones poseen una rica inervación proporcionada por los **nervios articulares,** con terminaciones sensitivas en la cápsula articular. En las partes distales de los miembros (manos y pies), los nervios articulares son ramos de los nervios cutáneos que inervan la piel suprayacente. Sin embargo, la mayoría de los nervios articulares son ramos de los nervios que inervan los músculos que cruzan la articulación y la mueven. La **ley de Hilton** señala que los nervios que inervan una articulación también inervan los músculos que la mueven y la piel que cubre sus fijaciones distales.

Los nervios articulares transmiten impulsos sensitivos de la articulación, que contribuyen al sentido de la **propiocepción,** la cual permite conocer los movimientos y la posición de las partes del cuerpo. La membrana sinovial es relativamente insensible. Las fibras de la sensibilidad dolorosa son numerosas en la membrana fibrosa de la cápsula articular y en los ligamentos accesorios, transmitiendo un intenso dolor cuando se lesiona la articulación. Las terminaciones nerviosas sensitivas responden a la torsión y al estiramiento que ocurren durante las actividades deportivas.

ARTICULACIONES

Articulaciones del cráneo en el recién nacido

Los huesos de la *calvaria* (*bóveda craneal*) del recién nacido no establecen un pleno contacto entre sí (fig. CI-6). En tres lugares, las suturas forman unas amplias áreas de tejido fibroso denominadas **fontanelas.** La *fontanela anterior* es la más importante. En el período neonatal inmediato, a menudo las fontanelas se palpan en forma de crestas, a causa del solapamiento de los huesos craneales a su paso por el canal del parto. Normalmente, la fontanela anterior es plana. Su abombamiento puede indicar un aumento de la presión intracraneal, aunque también se abomba normalmente durante el llanto. La pulsación de la fontanela refleja el pulso de las arterias cerebrales. La fontanela puede estar deprimida si el lactante está deshidratado (Swartz, 2001).

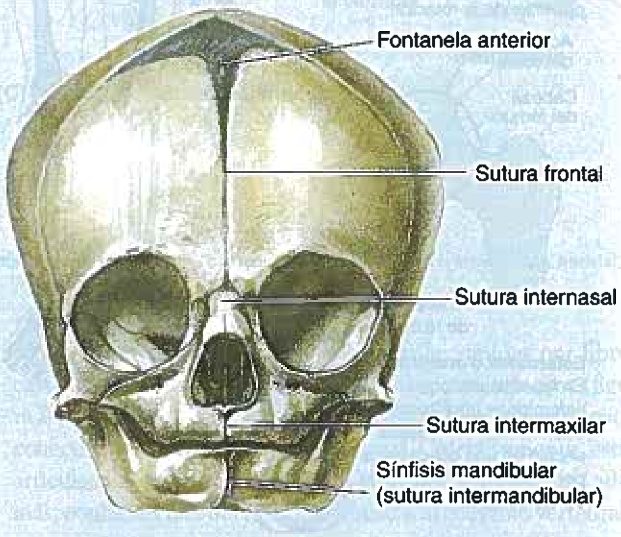


FIGURA CI-6.

Artropatías degenerativas

Las articulaciones sinoviales están diseñadas para resistir el desgaste, pero su uso intenso a lo largo de los años puede producir cambios degenerativos. Es inevitable cierto grado de destrucción en las actividades como el *jogging*, con desgaste de los cartílagos articulares y, a veces, erosión de las superficies articulares de los huesos. El envejecimiento normal del cartílago articular se inicia tempranamente en la vida adulta, y luego progresa con lentitud. Se produce en los extremos de los huesos que se articulan, especialmente en la cadera, la rodilla, la columna vertebral y las manos (Salter, 1998). Estos cambios degenerativos articulares irreversibles dan lugar a que el cartílago articular se convierta en un elemento menos eficaz para absorber los choques y como superficie lubricada. Como resultado, la articulación es cada vez más vulnerable a las fricciones repetidas que ocurren durante los movimientos. En algunos individuos, estos cambios no producen síntomas significativos, mientras que en otros pueden producir un considerable dolor.

La enfermedad articular degenerativa, o **artrosis,** se acompaña a menudo de rigidez, malestar y dolor. La artrosis es frecuente en el anciano y habitualmente afecta a las articulaciones que soportan el peso del cuerpo (p. ej., las caderas y las rodillas). La mayoría de las sustancias presentes en el torrente sanguíneo, normales o patológicas, penetran fácilmente en la cavidad articular. De modo similar, la infección traumática de una articulación puede ir seguida de una *artritis*, o inflamación articular, y de una *septicemia*, o infección de la sangre.

Artroscopia

La cavidad de una articulación sinovial puede examinarse insertando en ella una cánula y un artroscopio (un pequeño telescopio). Este procedimiento quirúrgico **—artroscopia—** permite al cirujano ortopédico examinar las articulaciones en busca de anomalías, como desgarros de los meniscos (discos articulares parciales de la articulación de la rodilla). Durante la artroscopia también pueden realizarse algunas intervenciones quirúrgicas (p. ej., introduciendo instrumentos a través de pequeñas incisiones). Debido a que la abertura realizada en la cápsula articular para insertar el artroscopio es pequeña, la curación es más rápida después de este procedimiento que tras la cirugía articular tradicional.

Puntos fundamentales

ARTICULACIONES

Una articulación es la unión entre dos o más huesos o partes rígidas del esqueleto. Se distinguen tres grandes clases de articulaciones: fibrosas, cartilaginosas y sinoviales. Las articulaciones sinoviales, con movimientos libres, ◆ son el tipo más frecuente; ◆ pueden dividirse en planas, gínglimos, en silla de montar, condíleas, esferoideas y trocoides; ◆ reciben su irrigación sanguínea de las arterias articulares, que a menudo constituyen una red; ◆ drenan mediante las venas articulares que se originan en la membrana sinovial; ◆ se hallan ricamente inervadas por los nervios articulares que transmiten la sensación propioceptiva, el conocimiento del movimiento y la posición de las partes del cuerpo.

TEJIDO Y SISTEMA MUSCULARES

El sistema muscular está compuesto por todos los músculos del cuerpo. Los músculos esqueléticos voluntarios constituyen su gran mayoría. Todos los músculos esqueléticos están compuestos por un tipo específico de tejido muscular. Sin embargo, otros tipos de tejido muscular forman algunos músculos (p. ej., los músculos ciliar y detrusor, y los músculos erectores del pelo) y son componentes importantes de los órganos de otros sistemas: cardiovascular, digestivo, genitourinario, tegumentario y visual.

Tipos de músculos (tejido muscular)

Las células musculares, a menudo denominadas *fibras musculares* debido a su forma alargada y estrecha en estado de relajación, son células contráctiles especializadas. Están organizadas en tejidos que mueven partes del cuerpo, o modifican temporalmente la forma (reducen total o parcialmente el perímetro) de los órganos internos. El tejido conectivo asociado conduce fibras nerviosas y capilares a las células musculares, uniéndolos en haces o fascículos. Se distinguen tres tipos de músculos según sus características en relación a:

- Si normalmente están controlados por la voluntad (*voluntarios* frente a *involuntarios*).
- Si se observan o no estrías en el examen microscópico (*estriados* frente a *lisos* o *no estriados*).
- Si están localizados en la pared corporal (*soma*) y en los miembros, o componen los órganos huecos (*vísceras*) de las cavidades corporales, o los vasos sanguíneos (*somáticos* frente a *viscerales*).

Existen tres tipos de músculos (tabla I-1):

1. Los **músculos estriados esqueléticos** son músculos somáticos voluntarios que componen los *músculos esqueléticos* del sistema muscular que mueve o estabiliza los huesos y otras estructuras (p. ej., el globo ocular).
2. El **músculo estriado cardíaco** es un músculo visceral involuntario que constituye la mayor parte de las paredes cardíacas y de las partes adyacentes de los grandes vasos, como la aorta, y bombea la sangre.
3. Los **músculos lisos** (no estriados) son músculos viscerales involuntarios que forman parte de las paredes de la mayoría de los vasos sanguíneos y órganos huecos (vísceras), y mueven sustancias a través de ellos mediante contracciones secuenciales coordinadas (pulsaciones o contracciones peristálticas).

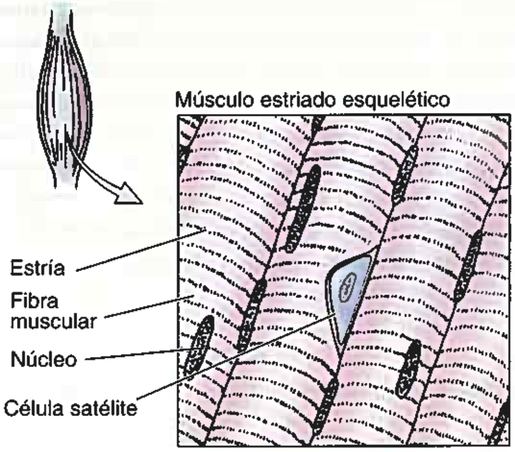
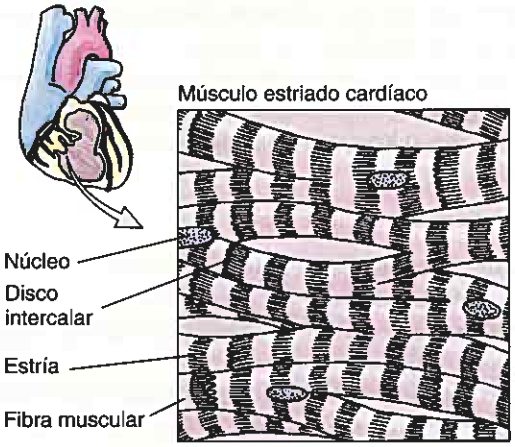
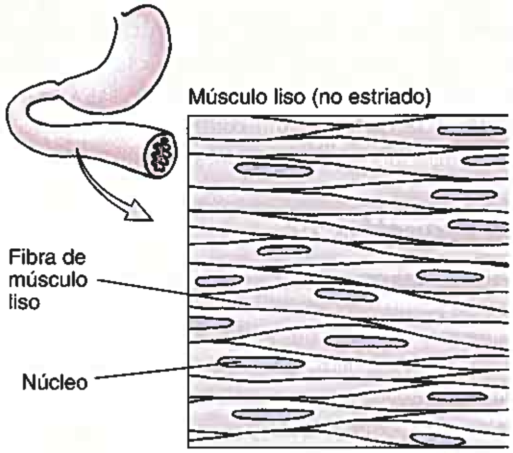
Músculos esqueléticos

MORFOLOGÍA, CARACTERÍSTICAS Y TERMINOLOGÍA DE LOS MÚSCULOS

Todos los músculos esqueléticos, que suelen denominarse simplemente «músculos», poseen porciones contráctiles (una o más cabezas o vientres) carnosas y rojizas, compuestas por músculo estriado esquelético. Algunos músculos son carnosos en su totalidad, pero la mayoría presenta además otras porciones blancas no contráctiles (tendones), formadas principalmente por haces de colágeno organizados, que proporcionan un medio de fijación (fig. I-18).

Al considerar la longitud de un músculo se incluyen el vientre muscular y los tendones. Es decir, la longitud de un músculo

TABLA I-1. TIPOS DE MÚSCULOS

Tipo de músculo	Localización	Apariencia de las células	Tipo de actividad	Estimulación
 Músculo estriado esquelético Estría Fibra muscular Núcleo Célula satélite	Forma la mayor parte de los denominados músculos (p. ej., el bíceps braquial) unidos al esqueleto y/o a las fascias de los miembros, la pared corporal y la cabeza/cuello	Fibras grandes, largas, no ramificadas, cilíndricas con estrías transversas (bandas), dispuestas en haces paralelos; múltiples núcleos localizados periféricamente	Contracción intermitente (fásica) por encima de un tono basal; actúa principalmente para producir movimiento (contracción isotónica) mediante un acortamiento (contracción concéntrica) o una relajación controlada (contracción excéntrica), o para mantener la posición contra la gravedad u otra fuerza sin producir movimiento (contracción isométrica)	Voluntaria (o refleja) a través del sistema nervioso somático
 Músculo estriado cardíaco Núcleo Disco intercalar Estría Fibra muscular	Músculo del corazón (miocardio) y porciones adyacentes de los grandes vasos (aorta, vena cava)	Fibras cortas que se ramifican y anastomosan con estrías transversas (bandas) que corren paralelas y se conectan por sus extremos mediante complejos de unión (discos intercalares); núcleo único, central	Contracción rítmica potente, rápida y continua; actúa bombeando la sangre desde el corazón	Involuntaria; estimulada y propagada intrínsecamente (miogénicamente); frecuencia y fuerza de contracción modificadas por el sistema nervioso autónomo
 Músculo liso (no estriado) Fibra de músculo liso Núcleo	Paredes de las vísceras huecas y vasos sanguíneos, iris y cuerpo ciliar del ojo; se une a los folículos pilosos de la piel (músculo erector del pelo)	Fibras fusiformes pequeñas, independientes o aglomeradas, sin estrías; núcleo único, central	Contracción débil, lenta, rítmica o de tono sostenido; actúa fundamentalmente para impulsar sustancias (peristalsis) y restringir la corriente (vasoconstricción y actividad esfinteriana)	Involuntaria a través del sistema nervioso autónomo

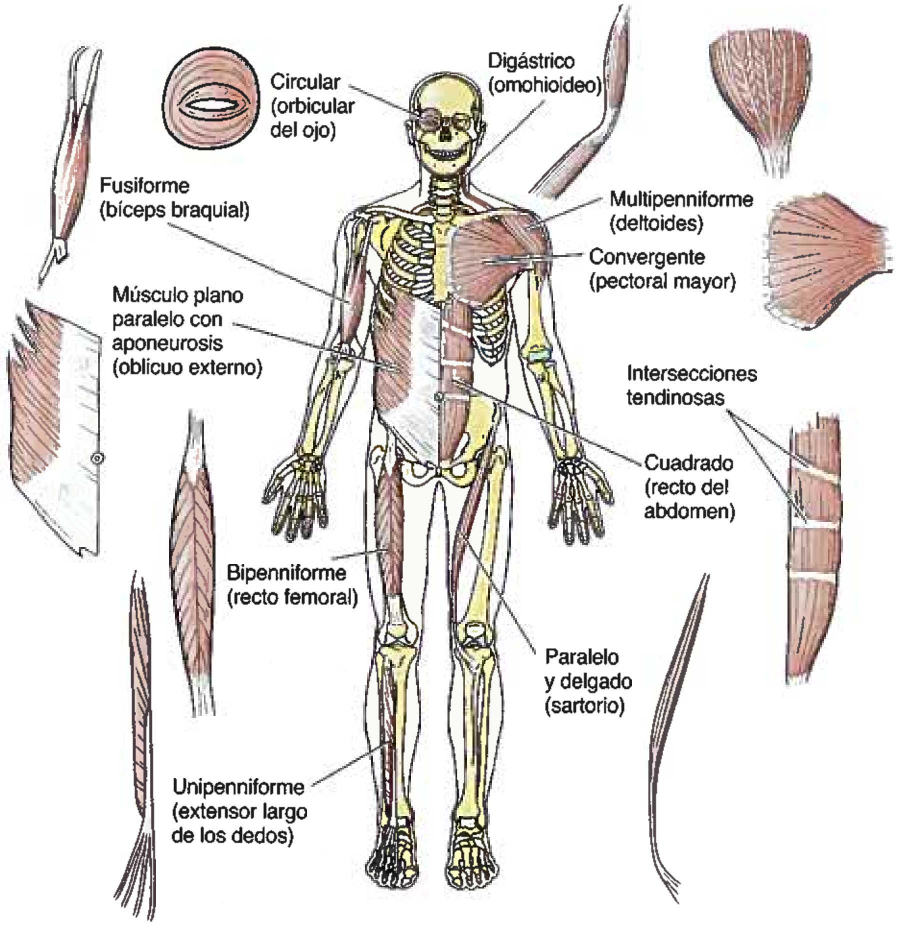
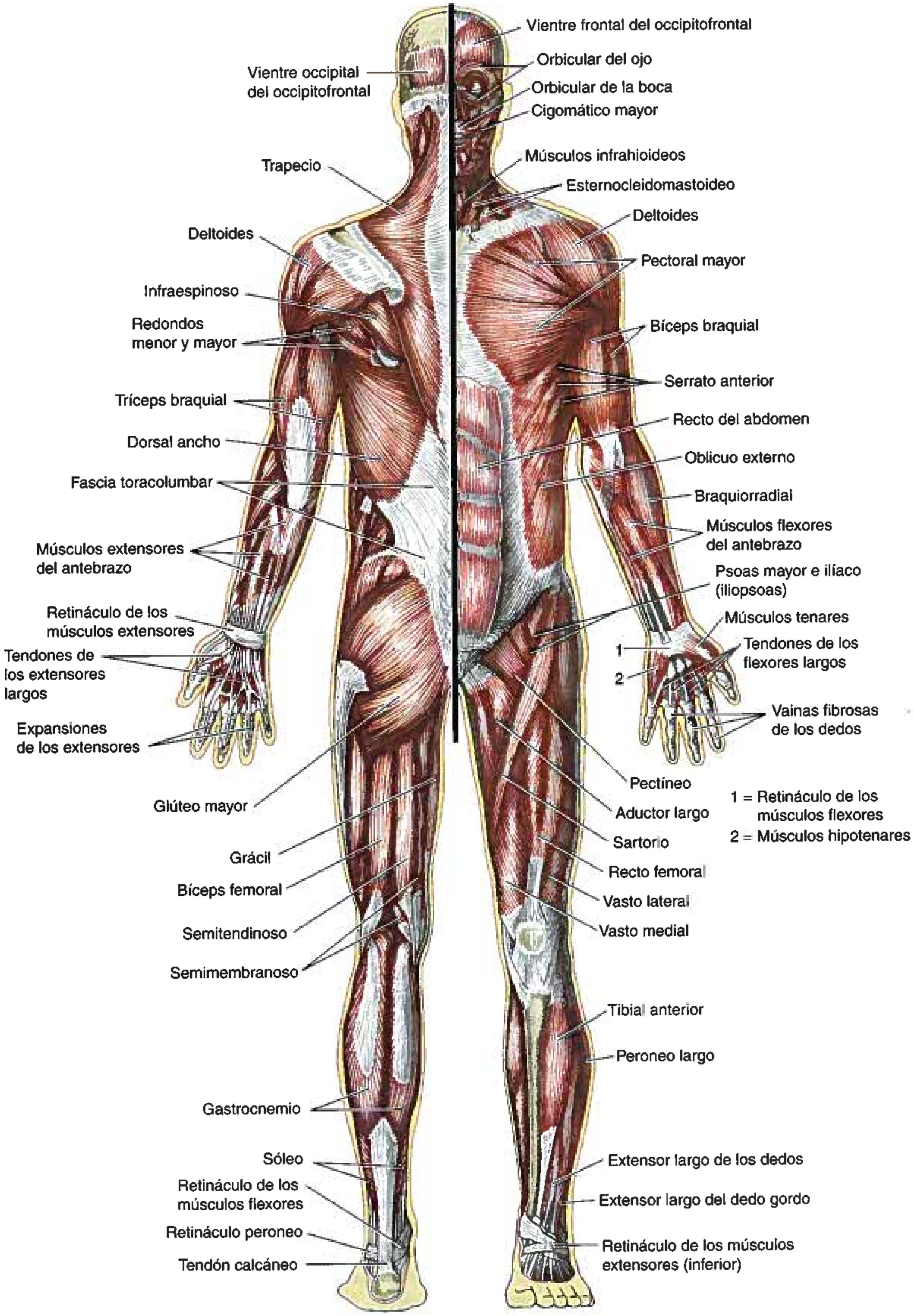

Circular
(orbicular
del ojo)
Digástrico
(omohioideo)
Fusiforme
(bíceps braquial)
Multipenniforme
(deltoides)
Convergente
(pectoral mayor)
Músculo plano
paralelo con
aponeurosis
(oblicuo externo)
Intersecciones
tendinosas
Cuadrado
(recto del
abdomen)
Bipenniforme
(recto femoral)
Paralelo
y delgado
(sartorio)
Unipenniforme
(extensor largo
de los dedos)

FIGURA I-18. **Estructura y forma de los músculos esqueléticos.** La estructura y la forma de los músculos esqueléticos dependen de la disposición de sus fibras.

es la distancia entre sus inserciones. La mayoría de los músculos esqueléticos se insertan de manera directa o indirecta en los huesos, los cartílagos, los ligamentos o las fascias, o en alguna combinación de estas estructuras. Algunos músculos se fijan en órganos (p. ej., el globo ocular), en la piel (músculos faciales) o en las mucosas (músculos intrínsecos de la lengua). Los músculos son órganos de locomoción (movimiento), pero también proporcionan soporte estático, dan forma al cuerpo y aportan calor. En la figura I-19 se identifican los músculos esqueléticos situados más superficialmente. Los músculos profundos se describen al estudiar cada región.

La estructura y la forma de los músculos son variables (figura I-18). Los tendones de algunos músculos forman láminas planas, o **aponeurosis,** que fijan los músculos al esqueleto (habitualmente en una cresta o serie de apófisis espinosas) y/o la fascia profunda (como el músculo dorsal ancho del dorso), o a la aponeurosis de otro músculo (como los músculos oblicuos de la pared anterolateral del abdomen). La denominación de la mayoría de los músculos se basa en su función o en los huesos donde se insertan. Por ejemplo, el músculo abductor del dedo meñique realiza la función de abducción de este dedo. El músculo esternocleidomastoideo se inserta inferiormente en el esternón y en la clavícula, y superiormente en la apófisis mastoides del hueso temporal del cráneo. La denominación de otros músculos se basa en su posición (medial, lateral, anterior, posterior) o en su longitud (corto, largo). Los músculos pueden dividirse o clasificarse según su forma, y conforme a ella denominarlos:

- Los **músculos planos** tienen fibras paralelas, a menudo con una aponeurosis; por ejemplo, el músculo oblicuo externo del abdomen (plano y ancho). El sartorio es un músculo plano y estrecho con fibras paralelas.
- Los **músculos penniformes** son semejantes a plumas en cuanto a la disposición de sus fascículos. Pueden ser unipenniformes, bipenniformes o multipenniformes; por ejemplo, el músculo extensor largo de los dedos (unipenniforme), el recto femoral (bipenniforme) y el deltoides (multipenniforme).
- Los **músculos fusiformes** tienen forma de huso, con un vientre grueso y redondeado y extremos adelgazados; por ejemplo, el bíceps braquial.
- Los **músculos convergentes** se originan en un área ancha y convergen para formar un solo tendón; por ejemplo, el pectoral mayor.
- Los **músculos cuadrados** tienen cuatro lados iguales; por ejemplo, el recto del abdomen entre sus intersecciones tendinosas.
- Los **músculos circulares o esfinterianos** rodean las aberturas u orificios corporales y los comprimen cuando se contraen; por ejemplo, el orbicular del ojo (que cierra los párpados).


Vientre occipital del occipitofrontal
Trapecio
Deltoides
Infraespinoso
Redondos menor y mayor
Tríceps braquial
Dorsal ancho
Fascia toracolumbar
Músculos extensores del antebrazo
Retináculo de los músculos extensores
Tendones de los extensores largos
Expansiones de los extensores
Glúteo mayor
Grácil
Bíceps femoral
Semitendinoso
Semimembranoso
Gastrocnemio
Sóleo
Retináculo de los músculos flexores
Retináculo peroneo
Tendón calcáneo
Vientre frontal del occipitofrontal
Orbicular del ojo
Orbicular de la boca
Cigomático mayor
Músculos infrahioideos
Esternocleidomastoideo
Deltoides
Pectoral mayor
Bíceps braquial
Serrato anterior
Recto del abdomen
Oblicuo externo
Braquiorradial
Músculos flexores del antebrazo
Psoas mayor e ilíaco (iliopsoas)
Músculos tenares
1
2
Tendones de los flexores largos
Vainas fibrosas de los dedos
Pectíneo
Aductor largo
Sartorio
Recto femoral
Vasto lateral
Vasto medial
Tibial anterior
Peroneo largo
Extensor largo de los dedos
Extensor largo del dedo gordo
Retináculo de los músculos extensores (inferior)
1 = Retináculo de los músculos flexores
2 = Músculos hipotenares

(A) Vista posterior **(B) Vista anterior**

FIGURA I-19. Músculos esqueléticos superficiales. La mayoría de los músculos que se muestran mueven el esqueleto para la locomoción, pero algunos —especialmente los de la cabeza— mueven otras estructuras (p. ej., los globos oculares, el cuero cabelludo, los párpados, la piel de la cara y la lengua). La vaina del recto del abdomen izquierdo, formada por las aponeurosis de los músculos planos abdominales, ha sido retirada para mostrar el músculo.

- Los **músculos con múltiples cabezas o vientres** tienen más de una cabeza de inserción o más de un vientre contráctil, respectivamente. Los músculos bíceps tienen dos cabezas de inserción (p. ej., bíceps braquial), los músculos tríceps tienen tres cabezas (p. ej., tríceps braquial), y los músculos digástrico y gastrocnemio tienen dos vientres. (Los del primero se disponen en tándem; los del segundo, en paralelo.)

CONTRACCIÓN MUSCULAR

Los músculos esqueléticos funcionan por contracción: traccionan, nunca empujan. Sin embargo, ciertos fenómenos, como el «destaponamiento de los oídos» para igualar la presión del aire, y la bomba musculovenosa (pp. 41-42, fig. I-26), aprovechan la expansión de los vientres musculares durante la contracción. Cuando un músculo se contrae y se acorta, una de sus fijaciones suele permanecer estable y la otra (más móvil) queda atraída hacia él, lo que a menudo produce un movimiento. Las inserciones de los músculos se denominan comúnmente origen e inserción: el *origen* suele ser el extremo proximal del músculo, que permanece fijo durante la contracción muscular, mientras que la *inserción* suele ser el extremo distal, móvil. Sin embargo, no siempre ocurre así, pues algunos músculos pueden actuar en ambas direcciones en diferentes circunstancias. Por ejemplo, al realizar levantamientos del tronco, los extremos distales de los miembros superiores (las manos) permanecen fijas (sobre el suelo), y los extremos proximales de los miembros y el tronco se desplazan. Así pues, en el texto se utilizan habitualmente los términos *proximal* y *distal*, o *medial* y *lateral*, al describir la mayoría de las fijaciones musculares. Nótese que si se conocen las fijaciones de un músculo, habitualmente puede deducirse su acción (en vez de memorizarla). Al estudiar las inserciones musculares es útil realizar la acción, pues es más probable que se aprendan las cosas que se experimentan personalmente.

Contracción refleja. Aunque los músculos esqueléticos se denominan también músculos voluntarios, ciertos aspectos de su actividad son automáticos **(reflejos)** y, por lo tanto, fuera del control de la voluntad. Por ejemplo, los movimientos respiratorios del diafragma, controlados la mayor parte del tiempo por reflejos estimulados por las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre (aunque podemos controlarlos voluntariamente dentro de ciertos límites); y el *reflejo miotático*, que produce un movimiento al distenderse el músculo cuando se golpea su tendón con un martillo de reflejos.

Contracción tónica. Incluso cuando están «relajados», los músculos de un individuo que conserva la consciencia casi siempre se hallan ligeramente contraídos. Esta ligera contracción, denominada **tono muscular,** no produce movimiento ni resistencia activa (a diferencia de la *contracción fásica*), pero confiere al músculo una cierta firmeza que ayuda a estabilizar las articulaciones y a mantener la postura, mientras el músculo se mantiene dispuesto a responder a los estímulos apropiados. El tono muscular suele faltar únicamente cuando el sujeto se halla inconsciente (como durante el sueño profundo o bajo anestesia general) o después de una lesión nerviosa que ha producido una parálisis.

Contracción fásica. Existen dos clases principales de contracción muscular fásica (activa): *1)* **contracción isotónica,** en la cual el músculo modifica su longitud en relación con la producción de movimiento, y *2)* **contracción isométrica,** en la cual no varía la longitud del músculo —no hay movimiento, pero la fuerza (tensión muscular) está aumentada por encima de los niveles tónicos, para resistir frente a la gravedad u otra fuerza antagónica (fig. I-20). Este último tipo de contracción es importante para mantener la postura erguida y cuando los músculos actúan como fijadores, o músculos coaptadores, como se describe más adelante.

Existen dos clases de contracciones isotónicas. La más evidente es la **contracción concéntrica,** en la cual se produce un movimiento como resultado del acortamiento muscular; por ejemplo, al levantar una copa, empujar una puerta o dar un golpe. La capacidad para aplicar una fuerza excepcional por medio de la contracción concéntrica es a menudo lo que distingue a un atleta de un aficionado. El otro tipo de contracción isotónica es la **contracción excéntrica,** en la cual un músculo se alarga mientras se contrae, es decir, experimenta una relajación controlada y gradual sin dejar de ejercer una fuerza continua (en disminución). Aunque generalmente no se piensa en ello, las contracciones excéntricas son tan importantes como las concéntricas para los movimientos funcionales coordinados, como andar, correr y bajar objetos (o descender uno mismo).

A menudo, cuando el músculo principal para un determinado movimiento está llevando a cabo una contracción concéntrica, el músculo antagonista está realizando una contracción excéntrica coordinada. Al andar, se realizan contracciones concéntricas para

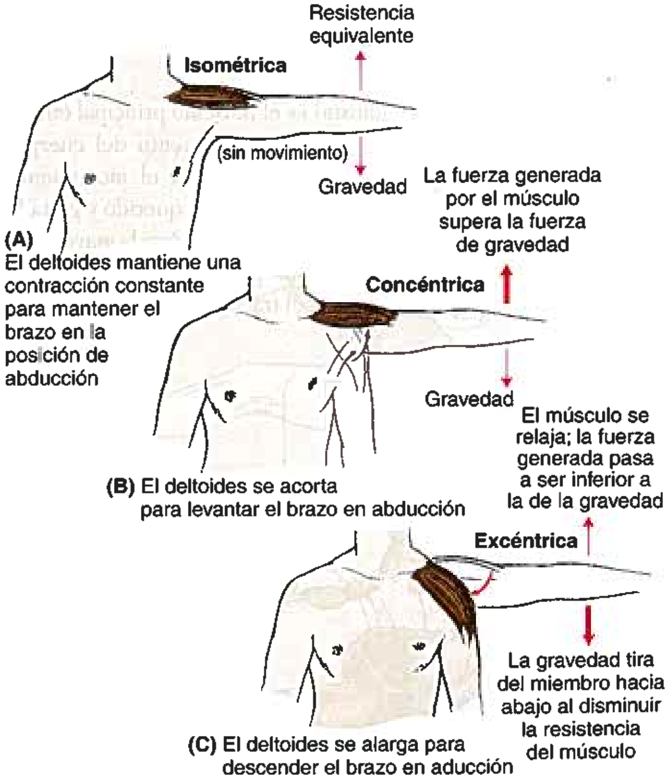

Resistencia equivalente
Isométrica
(sin movimiento)
Gravedad
La fuerza generada por el músculo supera la fuerza de gravedad
(A)
El deltoides mantiene una contracción constante para mantener el brazo en la posición de abducción
Concéntrica
Gravedad
El músculo se relaja; la fuerza generada pasa a ser inferior a la de la gravedad
(B) El deltoides se acorta para levantar el brazo en abducción
Excéntrica
La gravedad tira del miembro hacia abajo al disminuir la resistencia del músculo
(C) El deltoides se alarga para descender el brazo en aducción

FIGURA I-20. Contracciones isométricas e isotónicas. Las contracciones isométricas mantienen la posición de la articulación sin producir movimiento. Las contracciones concéntricas y excéntricas son contracciones isotónicas en las cuales el músculo cambia de longitud: la contracción concéntrica por acortamiento y la contracción excéntrica por alargamiento controlado activamente del músculo (relajación).

desplazar el centro de gravedad hacia delante, y luego, cuando éste sobrepasa el miembro, se efectúan contracciones excéntricas para evitar tambalearse al trasladar el peso al otro miembro. Las contracciones excéntricas requieren menos energía metabólica con la misma carga, pero en una contracción máxima son capaces de generar una tensión mucho más alta que en la contracción concéntrica, hasta un 50 % más (Marieb, 2004).

Mientras que la **unidad estructural** de un músculo esquelético es una fibra muscular estriada, la **unidad funcional** es una **unidad motora,** formada por una neurona motora y las fibras musculares que ésta controla (fig. I-21). Cuando una *neurona motora* de la médula espinal recibe un estímulo, inicia un impulso que contrae simultáneamente todas las fibras musculares inervadas por esa unidad motora. El número de fibras musculares de una unidad motora oscila entre uno y varios cientos. El número de fibras varía según el tamaño y la función del músculo. Las grandes unidades motoras, en las cuales una neurona inerva centenares de fibras musculares, se hallan en los grandes músculos del tronco y del muslo. En los pequeños músculos del ojo y de la mano, donde se requiere precisión en los movimientos, las unidades motoras incluyen tan sólo unas pocas fibras musculares. El movimiento (contracción fásica) se produce por activación de un número creciente de unidades motoras, por encima del nivel requerido para mantener el tono muscular.

FUNCIONES DE LOS MÚSCULOS

Los músculos desempeñan funciones específicas para movilizar y posicionar el cuerpo:

- Un **motor principal** (agonista) es el músculo principal encargado de producir un determinado movimiento del cuerpo. Se contrae concéntricamente para producir el movimiento deseado, realiza la mayor parte del trabajo requerido y gasta la mayor parte de la energía necesaria para ello. Para la mayoría de los movimientos existe un solo motor principal, pero en algunos intervienen dos, que se reparten el trabajo por igual.

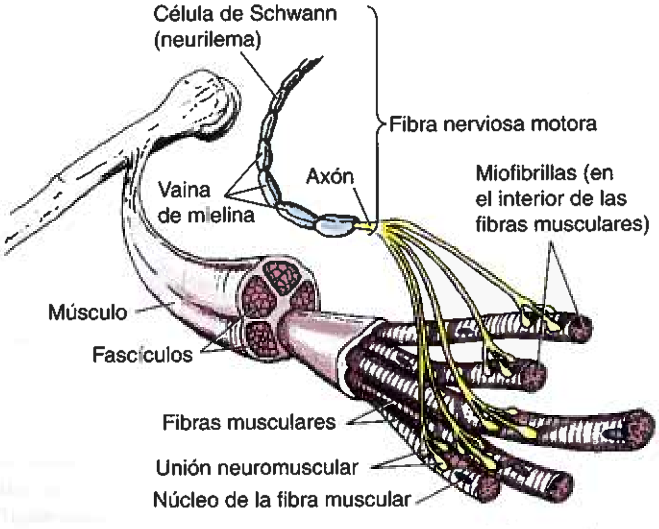

Célula de Schwann (neurilema)
Fibra nerviosa motora
Axón
Vaina de mielina
Miofibrillas (en el interior de las fibras musculares)
Músculo
Fascículos
Fibras musculares
Unión neuromuscular
Núcleo de la fibra muscular

FIGURA I-21. Unidad motora. La unidad motora consta de una única neurona motora y de las fibras musculares que inerva.

- Un **fijador** es el músculo que estabiliza las partes proximales de un miembro mediante una contracción isométrica, mientras ocurren movimientos en las partes distales.
- Un **sinergista** es el que complementa la acción del motor principal. Puede ayudarlo directamente al proporcionar un componente más débil o con más desventaja mecánica para el mismo movimiento, o bien indirectamente, por ejemplo al servir de fijador de una articulación participante cuando el motor principal actúa sobre más de una articulación. No es raro que intervengan varios sinergistas para ayudar a un motor principal en un determinado movimiento.
- Un **antagonista** es un músculo que se opone a la acción de otro. Un antagonista primario se opone directamente al motor principal, pero los sinergistas también pueden oponerse como antagonistas secundarios. Mientras los movilizadores activos se contraen concéntricamente para producir el movimiento, los antagonistas se contraen excéntricamente, con relajación progresiva para producir un movimiento suave.

El mismo músculo puede actuar como motor principal, antagonista, sinergista o fijador, según las circunstancias. Nótese asimismo que el motor principal real en una determinada posición puede ser la gravedad. En tales casos puede producirse una situación paradójica, en la cual el motor principal que interviene habitualmente en ese movimiento esté inactivo (pasivo), mientras que la relajación controlada (contracción excéntrica) de los antagonistas antigravitatorios es el componente activo (que requiere energía) para el movimiento. Un ejemplo es el descenso (aducción) de los miembros superiores desde la posición de abducción (elevados 90° con respecto al tronco) estando de pie (fig. I-20C). El motor principal (aducción) es la gravedad; los músculos descritos como motor principal para este movimiento (pectoral mayor y dorsal ancho) se hallan inactivos o pasivos, y el músculo inervado activamente (que se contrae excéntricamente) es el deltoides (un abductor, descrito típicamente como antagonista de este movimiento).

Cuando la tracción de un músculo se ejerce a lo largo de una línea paralela al eje de los huesos a los que está unido, constituye una desventaja para producir el movimiento. En vez de ello, dicho músculo actúa para que se mantenga el contacto entre las superficies articulares de las articulaciones que cruza (es decir, se opone a las fuerzas de luxación); este tipo de músculo es un **músculo coaptador.** Por ejemplo, cuando los brazos están a los lados del cuerpo, el músculo deltoides funciona como un músculo coaptador. Cuanto más oblicuamente está orientada la línea de tracción de un músculo con respecto al hueso que moviliza (es decir, cuanto *menos* paralela es la línea de tracción con respecto al eje largo del hueso; p. ej., el bíceps braquial cuando el codo está flexionado), tanto más capaz es ese músculo de un movimiento rápido y efectivo; este tipo de músculo es un **músculo activador.** El deltoides se hace cada vez más efectivo como músculo activador después de que otros músculos hayan iniciado la abducción del brazo.

NERVIOS Y ARTERIAS DE LOS MÚSCULOS

Son raras las variantes en la inervación de los músculos, pues existe una relación casi constante. En los miembros, los músculos de acciones similares están generalmente contenidos en un *compartimiento fascial común* y comparten la misma inervación (fig. I-9);

por lo tanto, la inervación de los músculos de los miembros debe aprenderse por grupos funcionales, lo que sólo obliga a memorizar las excepciones. Los nervios que inervan los músculos esqueléticos (**nervios motores**) casi siempre penetran en la parte carnosa del músculo (en vez de en el tendón) desde la cara profunda (para que el nervio quede protegido por el músculo al cual inerva). Las escasas excepciones a esta norma se señalan más adelante en el texto. Cuando un nervio penetra en un músculo, al pasar a través de su porción carnosa o entre sus dos cabezas de fijación, habitualmente lo inerva. Las excepciones son los ramos sensitivos que inervan la piel del dorso después de atravesar sus músculos superficiales.

La irrigación sanguínea de los músculos no es tan constante como su inervación, y suele ser múltiple. Las arterias nutren generalmente las estructuras con las que establecen contacto. Así pues, hay que aprender el curso de las arterias y deducir que un músculo recibe irrigación de todas las arterias vecinas.

MÚSCULOS ESQUELÉTICOS

Disfunción muscular y parálisis

Desde el punto de vista clínico es importante no sólo considerar la acción que normalmente produce un determinado músculo, sino también tener en cuenta las consecuencias derivadas de su pérdida de función (parálisis). ¿Cómo se manifiesta la disfunción de un músculo o grupo de músculos? (es decir, ¿cuáles son los signos visibles?)

Ausencia de tono muscular

Aunque el tono muscular es una fuerza suave, puede tener efectos importantes. Por ejemplo, el tono de los músculos de los labios ayuda a mantener los dientes alineados. Cuando falta esta presión leve pero constante (por parálisis o cortedad de los labios que deja los dientes expuestos), los dientes se desplazan y quedan en eversión («dientes de conejo»).

La ausencia de tono muscular en un paciente inconsciente (p. j., bajo anestesia general) puede hacer que se produzcan luxaciones cuando se procede a levantarlo o posicionarlo. Cuando un músculo está denervado (pierde su inervación), queda *paralizado* (fláccido, con pérdida del tono y de la capacidad para contraerse fásicamente a demanda o de modo reflejo). Cuando falta el tono normal de un músculo, el tono del músculo oponente (*antagonista*) puede conducir a que un miembro asuma una posición anormal en reposo. Además, el músculo denervado se fibrosa y pierde su elasticidad, lo que contribuye a dicha posición anormal.

Dolor y distensiones musculares

Las contracciones excéntricas que resultan excesivas o desacostumbradas causan a menudo *dolor muscular* de comienzo tardío. Debido a ello, bajar muchos peldaños de escalera causa más dolor muscular, por las contracciones excéntricas, que subir el mismo número de escalones. El estiramiento muscular que ocurre en el tipo de alargamiento de la contracción excéntrica es más probable que produzca microdesgarros musculares y/o irritación perióstica, en comparación con la contracción concéntrica (acortamiento del vientre muscular).

Los músculos esqueléticos tienen una capacidad de alargamiento limitada. Habitualmente, los músculos no pueden estirarse más allá de un tercio de su longitud en reposo sin sufrir daños. Esto se refleja en sus fijaciones al esqueleto, que habitualmente no permiten un alargamiento excesivo. Una excepción es la de los músculos isquiotibiales. Cuando se extiende la rodilla, dichos músculos alcanzan típicamente su máxima longitud antes de que se flexione por completo la cadera (es decir, la flexión de la cadera queda limitada por la capacidad de los isquiotibiales para estirarse). Ello explica indudablemente, además de las fuerzas relacionadas con su contracción excéntrica, el hecho de que los músculos de la parte posterior del muslo sufren distensiones (desgarros) con más frecuencia que otros músculos (fig. CI-7).

Crecimiento y regeneración del músculo esquelético

Las fibras musculares estriadas no pueden dividirse, pero sí reemplazarse individualmente por nuevas fibras musculares derivadas de **células satélite del músculo**

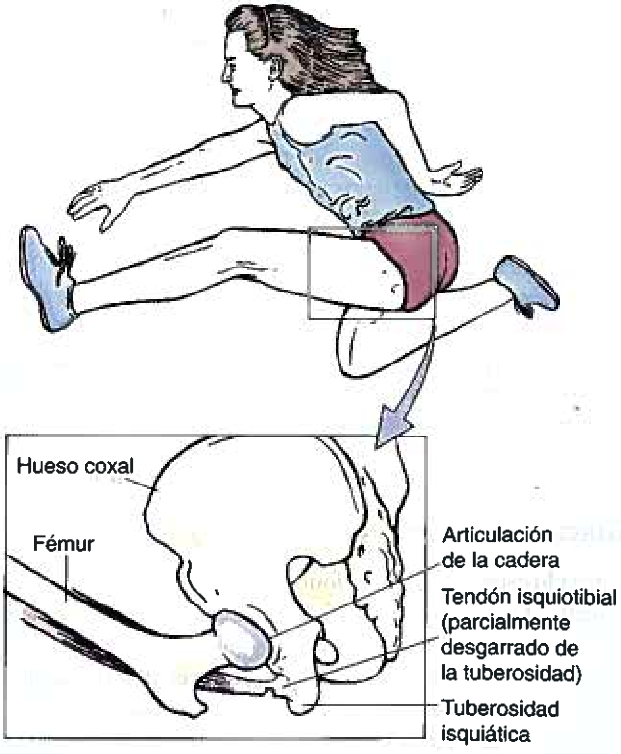

Hueso coxal
Fémur
Articulación de la cadera
Tendón isquiotibial (parcialmente desgarrado de la tuberosidad)
Tuberosidad isquiática

FIGURA CI-7.

esquelético (v. figura del músculo esquelético, tabla I-1). Las células satélite representan una fuente potencial de *mioblastos*, precursores de las células musculares, que son capaces de fusionarse entre sí para formar nuevas fibras de músculo esquelético en caso necesario (Ross *et al.*, 2006). El número de nuevas fibras que pueden producirse es insuficiente para compensar la pérdida por degeneración o traumatismos musculares. En vez de regenerarse de un modo efectivo, el nuevo músculo esquelético está formado por una mezcla desorganizada de fibras musculares y tejido fibroso cicatricial. Los músculos esqueléticos pueden crecer en respuesta a un ejercicio intenso y constante, como ocurre en el culturismo. El crecimiento se produce por *hipertrofia de las fibras existentes*, no por adición de nuevas fibras musculares. La hipertrofia alarga y aumenta las *miofibrillas* dentro de las fibras musculares (fig. I-21), lo que incrementa la cuantía del trabajo que puede realizar el músculo.

Pruebas musculares

Las pruebas musculares ayudan en el diagnóstico de las lesiones nerviosas. Estas pruebas se realizan comúnmente por dos métodos:

- El paciente efectúa movimientos contra la resistencia opuesta por el examinador. Por ejemplo, el paciente mantiene el antebrazo doblado mientras el examinador trata de estirarlo. Esta técnica permite calibrar la potencia de los movimientos.
- El examinador realiza movimientos para resistir a los del paciente. Al investigar la flexión del antebrazo, el paciente trata de flexionarlo mientras el examinador se opone. Habitualmente las pruebas se realizan por pares bilateralmente, a efectos comparativos.

La **electromiografía (EMG)**, o estimulación eléctrica de los músculos, es otro método para investigar la acción muscular. Se colocan electrodos sobre un músculo y se pide al paciente que realice ciertos movimientos. A continuación se amplifican y registran las diferencias en los potenciales de acción eléctricos musculares. Un músculo normal en reposo sólo muestra una actividad basal (tono muscular) que únicamente desaparece con el sueño profundo, o bien en la parálisis o bajo anestesia. Los músculos, al contraerse, presentan unos picos variables de actividad fásica. La EMG permite analizar la actividad de un determinado músculo al efectuar diferentes movimientos. Además, la EMG puede formar parte de un programa de tratamiento para restaurar la acción de los músculos.

Puntos fundamentales

MÚSCULOS ESQUELÉTICOS

Los músculos se dividen en estriado esquelético, estriado cardíaco y liso. ♦ Los músculos esqueléticos se subdividen a su vez, según su forma, en planos, penniformes, fusiformes, cuadrados, circulares o esfinterianos y con cabezas o vientres múltiples. ♦ Las funciones del músculo esquelético son las de contraerse, permitir los movimientos automáticos (reflejos), mantener el tono muscular (contracción tónica) y realizar contracciones fásicas (activas), con cambio en la longitud del músculo (isotónicas) o sin cambio (isométricas). ♦ Los movimientos isotónicos pueden ser concéntricos (que producen movimiento por acortamiento) o excéntricos (que permiten el movimiento por relajación controlada). ♦ Los motores principales son los músculos responsables de un determinado movimiento. ♦ Los fijadores estabilizan una parte del miembro mientras otra parte de ella se mueve. ♦ Los sinergistas aumentan la acción de los motores principales. ♦ Los antagonistas se oponen a la acción de otro músculo.

Músculo estriado cardíaco

El **músculo estriado cardíaco** forma la pared muscular del corazón, o **miocardio.** Una cierta cantidad de músculo cardíaco se halla también en las paredes de la aorta, las venas pulmonares y la vena cava superior. Las contracciones del músculo estriado cardíaco no se hallan bajo el control voluntario. La frecuencia cardíaca se regula intrínsecamente por un *marcapasos*, un sistema de conducción de los impulsos compuesto por fibras musculares cardíacas especializadas que, a su vez, están influidas por el sistema nervioso autónomo (SNA) (comentado más adelante en este capítulo). El músculo estriado cardíaco tiene una apariencia microscópica netamente en bandas (tabla I-1). Ambos tipos de músculo estriado (esquelético y cardíaco) se caracterizan además por el carácter inmediato, rápido y potente de sus contracciones. *Nota:* aunque el rasgo se aplica al músculo estriado esquelético y cardíaco, comúnmente se emplean los términos *estriado* y *en bandas* para designar el músculo estriado esquelético voluntario.

Como se aprecia en la tabla I-1, el músculo estriado cardíaco se distingue del músculo estriado esquelético por su localización, aspecto, tipo de actividad y medio de estimulación. Para apoyar su continua y elevada actividad, la irrigación sanguínea del músculo estriado cardíaco es el doble que la del músculo estriado esquelético.

Músculo liso

El músculo liso, así denominado por la ausencia de estriaciones en las fibras musculares al examen microscópico, forma una gran parte de la capa media (*túnica media*) de las paredes vasculares (por encima del nivel capilar) (fig. I-23; tabla I-1). Por lo tanto, aparece en todo el tejido vascularizado. También compone las partes musculares de las paredes del tubo digestivo y sus conductos. El músculo liso se encuentra en la piel, donde forma los *músculos erectores del pelo* asociados con los folículos pilosos (fig. I-6), y en el globo ocular, donde controla el grosor del cristalino y el tamaño de la pupila.

Al igual que el músculo estriado cardíaco, el músculo liso es un *músculo involuntario;* sin embargo, está inervado directamente por el SNA. Su contracción también puede iniciarse por acción hormonal o por estímulos locales, como el estiramiento. El músculo liso responde más lentamente que el músculo estriado, y su contracción es tardía y más lenta. Puede experimentar una contracción parcial durante largos períodos y tiene una capacidad mucho mayor que el músculo estriado para alargarse sin sufrir una lesión paralizante. Ambos factores son importantes para regular el tamaño de los esfínteres y el calibre de la *luz* (espacio interior) de las estructuras tubulares. En las paredes del tubo digestivo, de las trompas uterinas y de los uréteres, las células musculares son las encargadas de las contracciones peristálticas rítmicas que impulsan el contenido a lo largo de estas estructuras tubulares.

MÚSCULO CARDÍACO Y MÚSCULO LISO

Hipertrofia del miocardio e infarto de miocardio

En la *hipertrofia compensadora*, el miocardio responde al aumento de las demandas con un incremento en el tamaño de sus fibras. Cuando las fibras musculares estriadas cardíacas se lesionan por pérdida de su irrigación sanguínea durante un ataque cardíaco, el tejido se necrosa (muere) y el tejido fibroso cicatricial que se desarrolla constituye un *infarto de miocardio* (IM), un *área de necrosis miocárdica* (muerte patológica del tejido cardíaco). Las células musculares que degeneran no son reemplazadas, pues las células musculares cardíacas no se dividen. Además, no hay equivalentes de las células satélite del músculo esquelético que puedan producir nuevas fibras musculares cardíacas.

Hipertrofia e hiperplasia del músculo liso

Las células musculares lisas experimentan una hipertrofia compensadora en respuesta al aumento de demandas. Las células musculares lisas de la pared uterina aumentan durante el embarazo, no sólo en tamaño sino también en número (*hiperplasia*), dado que conservan su capacidad de dividirse. Además, pueden desarrollarse nuevas células musculares lisas a partir de células incompletamente diferenciadas (*pericitos*) localizadas a lo largo de los vasos sanguíneos de pequeño calibre (Ross *et al.*, 2006).

Puntos fundamentales

MÚSCULO CARDÍACO Y MÚSCULO LISO

El músculo cardíaco es un tipo de músculo estriado que se halla en las paredes del corazón, o miocardio, así como en algunos de los principales vasos sanguíneos. ♦ La contracción del músculo cardíaco no se halla bajo el control voluntario, sino que se activa por fibras musculares cardíacas especializadas que constituyen el marcapasos, cuya actividad está regulada por el sistema nervioso autónomo (SNA). ♦ El músculo liso carece de estrías. Se encuentra en todos los tejidos vasculares y en las paredes del tubo digestivo y de otros órganos. ♦ El músculo liso está inervado directamente por el SNA; por lo tanto, no se halla bajo control voluntario.

SISTEMA CARDIOVASCULAR

El **sistema circulatorio,** que transporta líquidos por todo el organismo, se compone de los sistemas cardiovascular y linfático. El corazón y los vasos sanguíneos componen la red de transporte de la sangre, o *sistema cardiovascular*, a través del cual el corazón bombea la sangre por todo el vasto sistema de vasos sanguíneos del cuerpo. La sangre lleva nutrientes, oxígeno y productos de desecho hacia y desde las células.

Circuitos vasculares

El *corazón* se compone de dos bombas musculares que, aunque adyacentes, actúan en serie y dividen la circulación en dos partes: las circulaciones o *circuitos pulmonar y sistémico* (fig. I-22A y B). El *ventrículo derecho* impulsa la sangre pobre en oxígeno que procede de la circulación sistémica y la lleva a los pulmones a través de las *arterias pulmonares*. El dióxido de carbono se intercambia por oxígeno en los capilares pulmonares, y luego la sangre rica en oxígeno vuelve por las *venas pulmonares* a la *aurícula (atrio) izquierda* del corazón. Este circuito, desde el ventrículo derecho a través de los pulmones hasta la aurícula (atrio) izquierda, es la **circulación pulmonar.** El *ventrículo izquierdo* impulsa la sangre rica en oxígeno, que vuelve al corazón desde la circulación pulmonar, a través del **sistema arterial** (la *aorta* y sus ramas), con intercambio de oxígeno y nutrientes por dióxido de carbono en los capilares del resto del cuerpo. La sangre pobre en oxígeno vuelve a la aurícula (atrio) derecha del corazón por las **venas sistémicas** (tributarias de las *venas cavas superior* e *inferior*). Este circuito desde el ventrículo izquierdo a la aurícula (atrio) derecha es la **circulación sistémica.**

La circulación sistémica consiste en realidad en muchos circuitos en paralelo que sirven a las distintas regiones y/o sistemas orgánicos del cuerpo (fig. I-22C).

Vasos sanguíneos

Hay tres clases de vasos sanguíneos: *arterias*, *venas* y *capilares* (fig. I-23). La sangre, a alta presión, sale del corazón y se distribuye por todo el cuerpo mediante un sistema ramificado de arterias de paredes gruesas. Los vasos de distribución finales, o *arteriolas*, aportan la sangre rica en oxígeno a los capilares. Éstos forman un *lecho capilar*, en el cual se produce el intercambio de oxígeno, nutrientes, productos de desecho y otras sustancias con el líquido extracelular. La sangre del lecho capilar pasa a *vénulas* de paredes delgadas, semejantes a capilares amplios. Las vénulas drenan en pequeñas venas que desembocan en otras mayores. Las venas de mayor calibre, las venas cavas superior e inferior, llevan la sangre pobre en oxígeno al corazón.

La mayoría de los vasos del sistema circulatorio tienen tres capas o túnicas:

- **Túnica íntima,** un revestimiento interno compuesto por una sola capa de células epiteliales extremadamente aplanadas, o **endotelio,** que reciben soporte de un delicado tejido conectivo. Los capilares se componen sólo de esta túnica, además de una membrana basal de soporte en los capilares sanguíneos.
- **Túnica media,** una capa media compuesta principalmente por músculo liso.

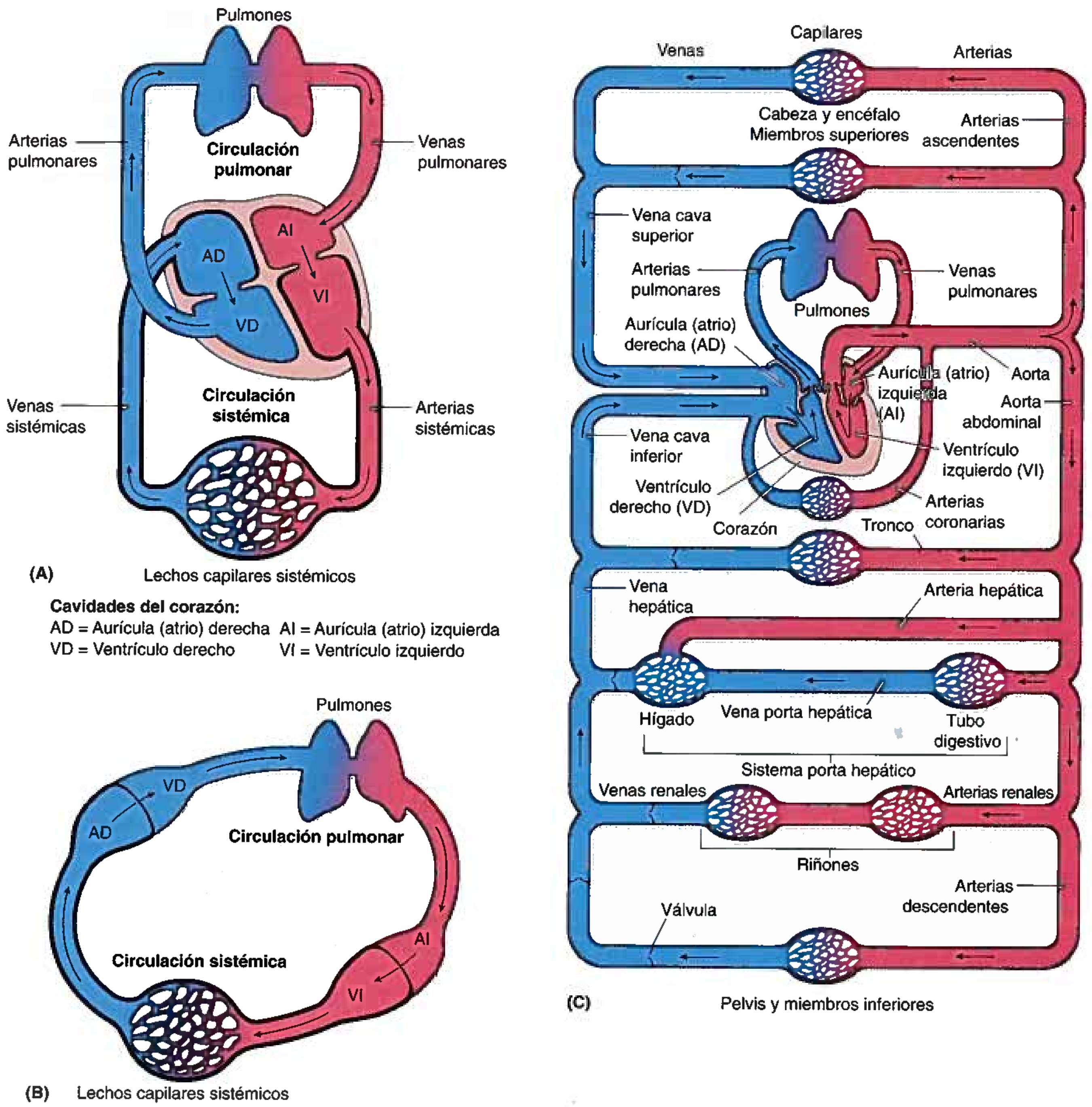

Pulmones
Arterias pulmonares
Circulación pulmonar
Venas pulmonares
AD
AI
VD
VI
Venas sistémicas
Circulación sistémica
Arterias sistémicas
(A)
Lechos capilares sistémicos
Cavidades del corazón:
AD = Aurícula (atrio) derecha
AI = Aurícula (atrio) izquierda
VD = Ventrículo derecho
VI = Ventrículo izquierdo
Pulmones
VD
AD
Circulación pulmonar
Circulación sistémica
AI
VI
(B)
Lechos capilares sistémicos
Capilares
Venas
Arterias
Cabeza y encéfalo
Miembros superiores
Arterias ascendentes
Vena cava superior
Arterias pulmonares
Venas pulmonares
Pulmones
Aurícula (atrio) derecha (AD)
Aurícula (atrio) izquierda (AI)
Aorta
Aorta abdominal
Vena cava inferior
Ventrículo izquierdo (VI)
Ventrículo derecho (VD)
Arterias coronarias
Corazón
Tronco
Vena hepática
Arteria hepática
Hígado
Vena porta hepática
Tubo digestivo
Sistema porta hepático
Venas renales
Arterias renales
Riñones
Arterias descendentes
Válvula
(C)
Pelvis y miembros inferiores

FIGURA I-22. Sistema cardiovascular. A. Ilustración esquemática de la disposición anatómica de las dos bombas musculares (corazón derecho e izquierdo) que impulsan la circulación pulmonar y sistémica. **B.** Ilustración esquemática de la circulación del cuerpo, con el corazón derecho e izquierdo representados como dos bombas en serie. La circulación pulmonar y la sistémica son en realidad componentes en serie en un circuito continuo. **C.** Esquema más detallado que muestra que la circulación sistémica consiste en varios circuitos paralelos que sirven a los distintos órganos y regiones del cuerpo.

- **Túnica adventicia,** una capa o lámina más externa de tejido conectivo.

La túnica media es la más variable. Las arterias, las venas y los conductos linfáticos se distinguen por el grosor de esta capa en relación con el diámetro de la luz, así como por su organización y, en el caso de las arterias, por la presencia de cantidades variables de fibras elásticas.

ARTERIAS

Las **arterias** son vasos sanguíneos que transportan la sangre a una presión relativamente elevada (en comparación con las venas correspondientes), desde el corazón, y la distribuyen por todo el organismo (fig. I-24A). La sangre pasa a través de arterias de calibre decreciente. Los diferentes tipos de arterias se distinguen entre sí por su tamaño global, por las cantidades relativas de tejido elástico o muscular en la túnica media (fig. I-23), por el grosor de sus paredes con respecto a

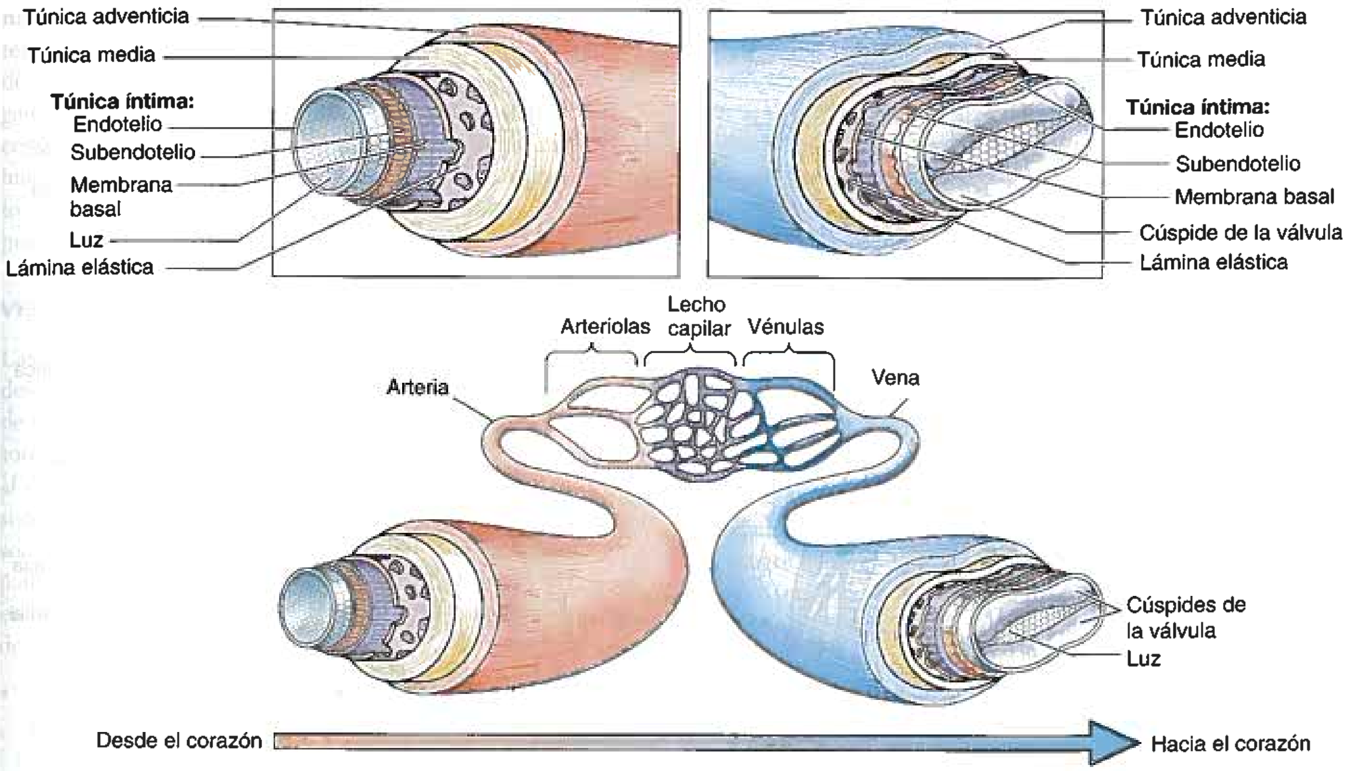


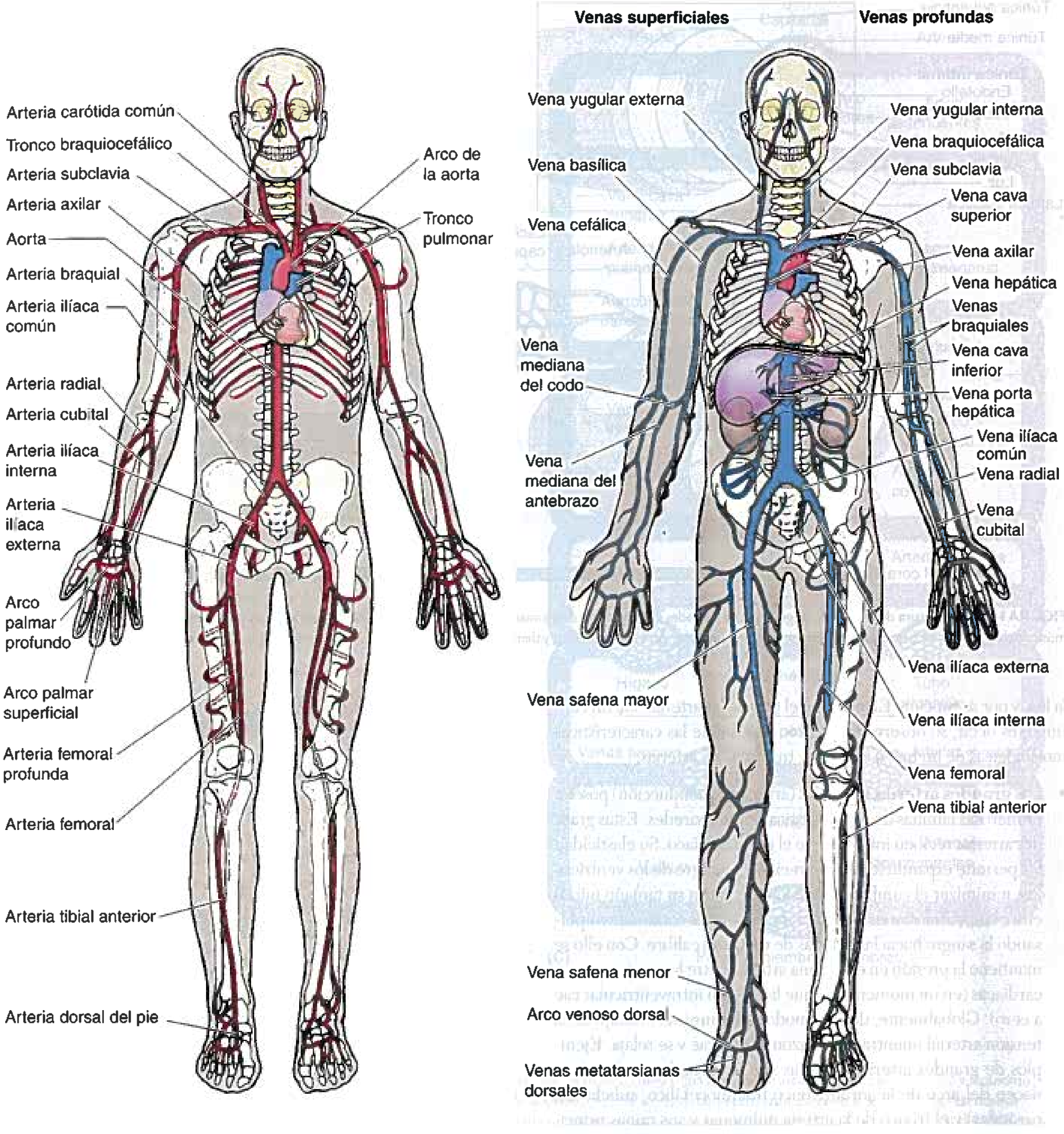
FIGURA I-23. **Estructura de los vasos sanguíneos.** Las paredes de la mayoría de los vasos sanguíneos tienen tres capas concéntricas de tejido, llamadas túnicas. Con menos músculo, las paredes de las venas son más delgadas en comparación con las arterias, y tienen una amplia luz que normalmente aparece aplanada en las secciones de tejidos.

la luz, y por su función. El tamaño y el tipo de las arterias son un continuo; es decir, se observa un cambio gradual de las características morfológicas de un tipo a otro. Hay tres tipos de arterias:

- Las **grandes arterias elásticas** (arterias de conducción) poseen numerosas láminas de fibras elásticas en sus paredes. Estas grandes arterias reciben inicialmente el gasto cardíaco. Su elasticidad les permite expandirse cuando reciben la sangre de los ventrículos, minimizar el cambio de presión y volver a su tamaño inicial entre las contracciones ventriculares, mientras continúan impulsando la sangre hacia las arterias de mediano calibre. Con ello se mantiene la presión en el sistema arterial entre las contracciones cardíacas (en un momento en que la presión intraventricular cae a cero). Globalmente, de este modo se minimiza el reflujo de la tensión arterial mientras el corazón se contrae y se relaja. Ejemplos de grandes arterias elásticas son la aorta, las arterias que nacen del arco de la aorta (tronco braquiocefálico, subclavias, carótidas) y el tronco de la arteria pulmonar y sus ramas principales (fig. I-24A).
- Las **arterias musculares de calibre mediano** (arterias de distribución) tienen paredes que principalmente constan de fibras musculares lisas dispuestas circularmente. Su capacidad para disminuir de diámetro (*vasoconstricción*) les permite regular el flujo de sangre a las diferentes partes del organismo, según las circunstancias (p. ej., actividad, termorregulación). Las contracciones pulsátiles de sus paredes musculares (independientemente del calibre de la luz) disminuyen su calibre transitoria y rítmicamente en una secuencia progresiva, lo que impulsa y distribuye la sangre a las diversas partes del cuerpo. La mayoría de las arterias con denominación, incluidas las que se observan en las paredes corporales y en los miembros durante la disección, como la braquial o la femoral, son arterias musculares de calibre mediano.
- Las **arterias de calibre pequeño** y las **arteriolas** son relativamente estrechas y tienen unas gruesas paredes musculares. El grado de repleción de los lechos capilares y el nivel de tensión arterial dentro del sistema vascular se regulan principalmente por el tono (firmeza) del músculo liso de las paredes arteriolares. Si el tono se halla por encima de lo normal, hay *hipertensión* (tensión arterial alta). Las arterias pequeñas no tienen habitualmente una denominación especial ni se identifican específicamente en la disección; las arteriolas sólo pueden observarse con medios de aumento.

Las **anastomosis** (comunicaciones) entre diversas ramas de una arteria proporcionan numerosas posibles desviaciones del flujo sanguíneo si la vía habitual está obstruida por una compresión debida a la posición de una articulación, por un proceso patológico o por una ligadura quirúrgica. Si un conducto principal está ocluido, generalmente los conductos alternativos de menor calibre pueden aumentar de tamaño tras un cierto período de tiempo, lo que permite una *circulación colateral* que irriga las estructuras distales al bloqueo. Sin embargo, las vías colaterales requieren tiempo para abrirse adecuadamente, y no suelen ser suficientes para compensar una oclusión súbita o una ligadura.

Sin embargo, hay áreas donde la circulación colateral no existe, o es insuficiente para reemplazar al conducto principal. Las arterias que no se anastomosan con las adyacentes son **arterias termi-**


Arteria carótida común
Tronco braquiocefálico
Arteria subclavia
Arteria axilar
Aorta
Arteria braquial
Arteria ilíaca común
Arteria radial
Arteria cubital
Arteria ilíaca interna
Arteria ilíaca externa
Arco palmar profundo
Arco palmar superficial
Arteria femoral profunda
Arteria femoral
Arteria tibial anterior
Arteria dorsal del pie
Arco de la aorta
Tronco pulmonar
Venas superficiales
Venas profundas
Vena yugular externa
Vena basílica
Vena cefálica
Vena mediana del codo
Vena mediana del antebrazo
Vena safena mayor
Vena safena menor
Arco venoso dorsal
Venas metatarsianas dorsales
Vena yugular interna
Vena braquiocefálica
Vena subclavia
Vena cava superior
Vena axilar
Vena hepática
Venas braquiales
Vena cava inferior
Vena porta hepática
Vena ilíaca común
Vena radial
Vena cubital
Vena ilíaca externa
Vena ilíaca interna
Vena femoral
Vena tibial anterior

(A) Arterias principales **(B) Venas principales**

FIGURA I-24. Porción sistémica del sistema cardiovascular. Las arterias y las venas que se muestran en la ilustración transportan sangre oxigenada desde el corazón hacia los lechos capilares sistémicos y devuelven sangre pobre en oxígeno desde los lechos capilares hasta el corazón, respectivamente, constituyendo la circulación sistémica. Aunque normalmente se representan y consideran como vasos únicos, como aquí, las venas profundas de los miembros normalmente se presentan como pares de venas satélites.

nales verdaderas (anatómicamente). La oclusión de una arteria terminal interrumpe el flujo sanguíneo a la estructura o segmento de un órgano que irriga esa arteria. Por ejemplo, la retina está irrigada por arterias terminales verdaderas, cuya obstrucción causa ceguera. Las *arterias terminales funcionales* (con anastomosis ineficaces) no son arterias terminales verdaderas, e irrigan segmentos del cerebro, el hígado, el riñón, el bazo y los intestinos; también pueden existir en el corazón.

VENAS

Las venas generalmente devuelven la sangre pobre en oxígeno desde los lechos capilares al corazón, lo que les confiere su aspecto de color azul oscuro (fig. I-24B). Las grandes venas pulmonares son atípicas al llevar sangre rica en oxígeno desde los pulmones al corazón. Debido a que la presión sanguínea es menor en el sistema venoso, sus paredes (específicamente la túnica media) son más delgadas en comparación con las de las arterias acompañantes (fig. I-23). Normalmente las venas no pulsan, ni tampoco emiten un chorro de sangre cuando se seccionan. Hay tres tipos de venas:

- Las **vénulas** son las venas de menor tamaño. Las vénulas drenan los lechos capilares y se unen con otras similares para constituir las venas pequeñas. Para observarlas es necesario emplear medios de aumento. Las venas pequeñas son tributarias de venas mayores, que se unen para formar **plexos venosos,** como el arco venoso dorsal del pie (fig. I-24B). Las venas pequeñas no reciben denominaciones específicas.
- Las **venas medias** drenan los plexos venosos y acompañan a las arterias de mediano calibre. En los miembros, y en algunos otros lugares donde el flujo de sangre resulta dificultado por la acción de la gravedad, las venas medias poseen **válvulas venosas,** o pliegues pasivos que permiten el flujo sanguíneo hacia el corazón, pero no en dirección opuesta. Como ejemplos de venas medias se incluyen las venas superficiales que tienen denominación (venas cefálica y basílica del miembro superior y venas safenas mayor y menor del miembro inferior), y las venas que reciben el mismo nombre que las arterias a las que acompañan.
- Las **venas grandes** poseen anchos fascículos longitudinales de músculo liso y una túnica adventicia bien desarrollada. Un ejemplo es la vena cava superior.

Las venas son más abundantes que las arterias. Aunque sus paredes son más delgadas, su diámetro suele ser mayor que el de las arterias acompañantes. Las paredes delgadas de las venas les permiten tener una gran capacidad de expansión, lo que utilizan cuando el retorno de sangre al corazón queda dificultado por compresión o presiones internas (p. ej., tras inspirar profundamente y luego contener la respiración; es decir, en la *maniobra de Valsalva*).

Dado que las arterias y las venas forman un circuito, cabría esperar que la mitad del volumen sanguíneo se hallara en las arterias y la otra mitad en las venas. Sin embargo, debido al mayor diámetro de las venas y a su capacidad para expandirse, típicamente sólo el 20 % de la sangre se encuentra en las arterias y el 80 % en las venas.

Aunque en las ilustraciones para simplificar suelen dibujarse las venas como vasos únicos, en realidad generalmente son dobles o múltiples. Las que acompañan a las arterias profundas, o **venas satélites,** las rodean en una red irregular de ramificaciones (fig. I-25). Esta disposición sirve como *intercambio de calor a contracorriente*: la sangre arterial caliente cede calor a la sangre venosa más fría cuando ésta vuelve al corazón desde un miembro frío. Las venas satélites ocupan una fascia relativamente poco flexible, o **vaina vascular,** junto con la arteria que acompañan. A consecuencia de ello, quedan estiradas y aplanadas cuando la arteria se expande durante la contracción cardíaca, lo que ayuda a conducir la sangre hacia el corazón y constituye una *bomba arteriovenosa*.

Las venas sistémicas son más variables que las arterias, y las *anastomosis venosas*, o comunicaciones naturales directas o indirectas entre dos venas, son más frecuentes. La expansión centrífuga de los vientres musculares que se contraen en los miembros, limitados por la fascia profunda, comprime las venas y «ordeña» la sangre hacia el corazón, lo que constituye otro tipo de bomba venosa (musculovenosa) (fig. I-26). Las válvulas venosas fragmentan la columna de sangre, lo que evita una presión excesiva en las partes más declives y permite que la sangre venosa fluya hacia el corazón. La congestión venosa que sufren los pies calientes y cansados después de un día fatigoso se alivia al descansarlos más altos que el tronco, lo que ayuda al retorno de la sangre venosa al corazón.

CAPILARES SANGUÍNEOS

Para que el oxígeno y los nutrientes que llegan por las arterias ejerzan su acción beneficiosa en las células que componen los tejidos del cuerpo, deben salir de los vasos que los transportan y penetrar en el *espacio extravascular* entre las células, es decir, el espacio extracelular (intercelular) donde viven las células. Los **capilares** son simples tubos endoteliales que conectan los lados arterial y venoso de la circulación y permiten el intercambio de materiales con el **líquido extracelular** (LEC) o intersticial. Los capilares se disponen generalmente en forma de **lechos capilares,** o redes que conectan las arteriolas y las vénulas (fig. I-23). La sangre entra

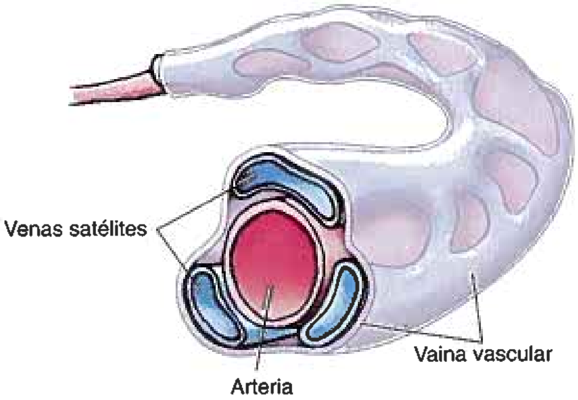


FIGURA I-25. Venas satélites. A pesar de que la mayoría de las venas del tronco discurren como largos vasos únicos, las venas de los miembros transcurren en forma de dos o más vasos más pequeños que acompañan a una arteria en una vaina vascular común.

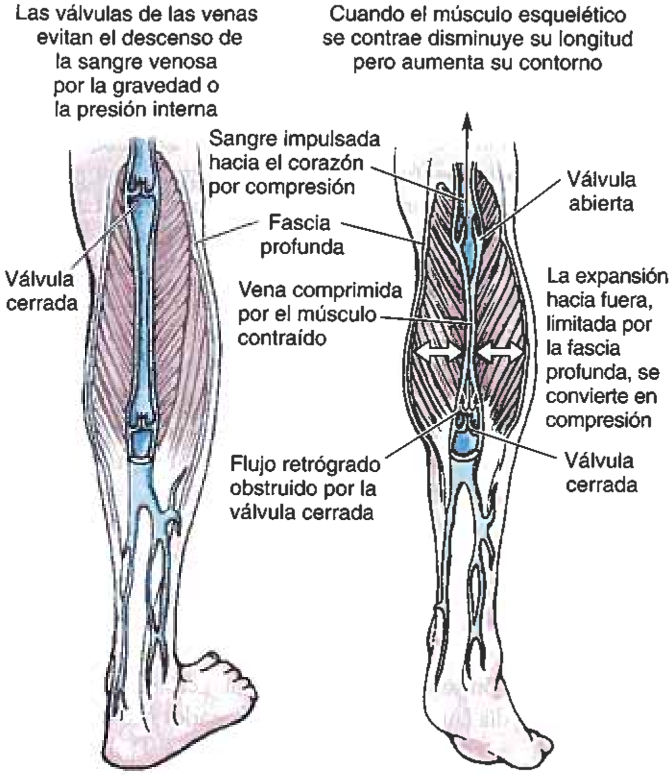

Las válvulas de las venas evitan el descenso de la sangre venosa por la gravedad o la presión interna
Cuando el músculo esquelético se contrae disminuye su longitud pero aumenta su contorno
Sangre impulsada hacia el corazón por compresión
Válvula abierta
Fascia profunda
Válvula cerrada
Vena comprimida por el músculo contraído
La expansión hacia fuera, limitada por la fascia profunda, se convierte en compresión
Flujo retrógrado obstruido por la válvula cerrada
Válvula cerrada

FIGURA I-26. Bomba musculovenosa. Las contracciones musculares en los miembros actúan conjuntamente con las válvulas venosas para movilizar la sangre hacia el corazón. La expansión hacia fuera de los vientres contraídos de los músculos está limitada por la fascia profunda y se convierte en una fuerza compresiva, impulsando la sangre en sentido contrario a la gravedad. Las *flechas rojas* indican la dirección del flujo sanguíneo.

en los lechos capilares procedente de las arteriolas, que controlan el flujo, y drena en las vénulas.

La presión hidrostática en las arteriolas impulsa la sangre al lecho capilar y a través de éste, y también impulsa la salida de oxígeno, nutrientes y otros materiales celulares en el lado arterial de los capilares (corriente arriba) hacia los espacios extracelulares, lo que permite el intercambio con las células del tejido circundante. En cambio, las paredes capilares son relativamente impermeables a las proteínas del plasma. Corriente abajo, en el lado venoso del lecho capilar, la mayor parte de este LEC, que ahora contiene productos de desecho y dióxido de carbono, se reabsorbe hacia la sangre a consecuencia de la presión osmótica por las concentraciones más altas de proteínas dentro del capilar. (Aunque está firmemente establecido, este principio se denomina *hipótesis de Starling*.)

En algunas regiones, como en los dedos de las manos, existen conexiones directas entre las pequeñas arteriolas y las vénulas proximales al lecho capilar que irrigan y drenan. Estas comunicaciones, o **anastomosis arteriovenosas,** permiten que la sangre pase directamente desde el lado arterial de la circulación al venoso, sin transcurrir por los capilares. Los cortocircuitos arteriovenosos son numerosos en la piel, donde desempeñan un papel importante en la conservación del calor corporal.

En algunas situaciones, la sangre pasa a través de dos lechos capilares antes de llegar al corazón; un sistema venoso que une dos lechos capilares constituye un **sistema venoso porta.** El principal ejemplo es el del sistema venoso en el cual la sangre rica en nutrientes pasa desde los lechos capilares del tubo digestivo a los lechos capilares o sinusoides hepáticos, o *sistema porta hepático* (fig. I-22C).

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Arterioesclerosis: isquemia e infarto

La afección arterial adquirida más común, y además un hallazgo frecuente en la disección del cadáver, es la **arterioesclerosis** (endurecimiento de las arterias), por engrosamiento y pérdida de elasticidad de las paredes arteriales. Una forma común, la *aterosclerosis*, se acompaña de la acumulación de grasa (principalmente colesterol) en las paredes arteriales. El depósito de calcio forma una *placa ateromatosa* (*ateroma*), o área amarillenta bien demarcada y dura, que hace prominencia en la superficie íntima de las arterias (fig. CI-8A). El consiguiente estrechamiento arterial y la irregularidad de la superficie pueden provocar una *trombosis* (formación de un coágulo intravascular local, o *trombo*), que puede ocluir la arteria o discurrir por la corriente sanguínea y bloquear vasos sanguíneos más distales, lo que constituye un *émbolo* (tapón que ocluye un vaso) (fig. CI-8B). Las consecuencias de la aterosclerosis incluyen la *isquemia* (disminución del aporte sanguíneo a un órgano o región) y el *infarto* (muerte o necrosis locales de un área de tejido o un órgano, por descenso de la irrigación sanguínea). Estas consecuencias son particularmente importantes en el corazón (*cardiopatía isquémica* e *infarto de miocardio* o ataque al corazón), el cerebro (accidente vascular cerebral o *ictus*) y las partes distales de los miembros (*gangrena*).

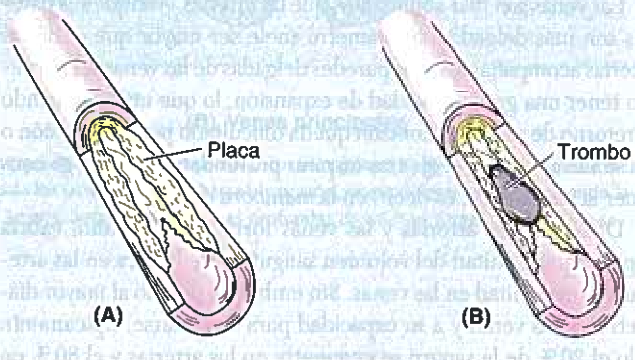

Placa
Trombo
(A)
(B)

FIGURA CI-8.

Varices o venas varicosas

Cuando las paredes de las venas pierden su elasticidad, se debilitan. Una vena débil se dilata bajo la presión de soportar la columna de sangre frente a la gravedad. Ello da lugar a las *varices* o *venas varicosas*, anormalmente tumefactas y torsionadas, la mayoría de las cuales se localizan en las piernas (fig. CI-9). Las varices tienen un calibre mayor de lo normal y las cúspides de sus válvulas no se ponen en contacto, o han quedado destruidas por la inflamación. Las venas varicosas tienen *válvulas incompetentes;* por lo tanto, la columna de sangre que asciende hacia el corazón no queda fragmentada, lo que impone una presión excesiva sobre las paredes debilitadas y exacerba el problema varicoso. Las varices también se producen en caso de degeneración de la fascia profunda. La fascia incompetente no es capaz de contener la expansión de los músculos al contraerse, lo que hace ineficaz la bomba musculovenosa (musculofascial).

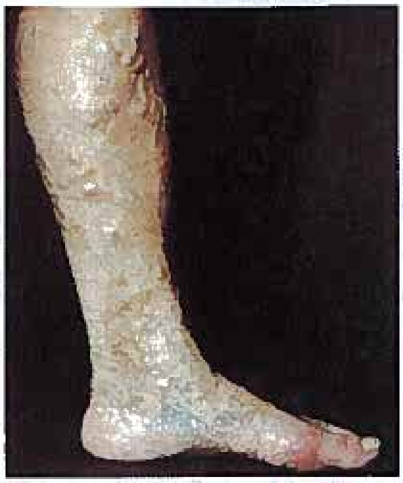


FIGURA CI-9.

Puntos fundamentales

SISTEMA CARDIOVASCULAR

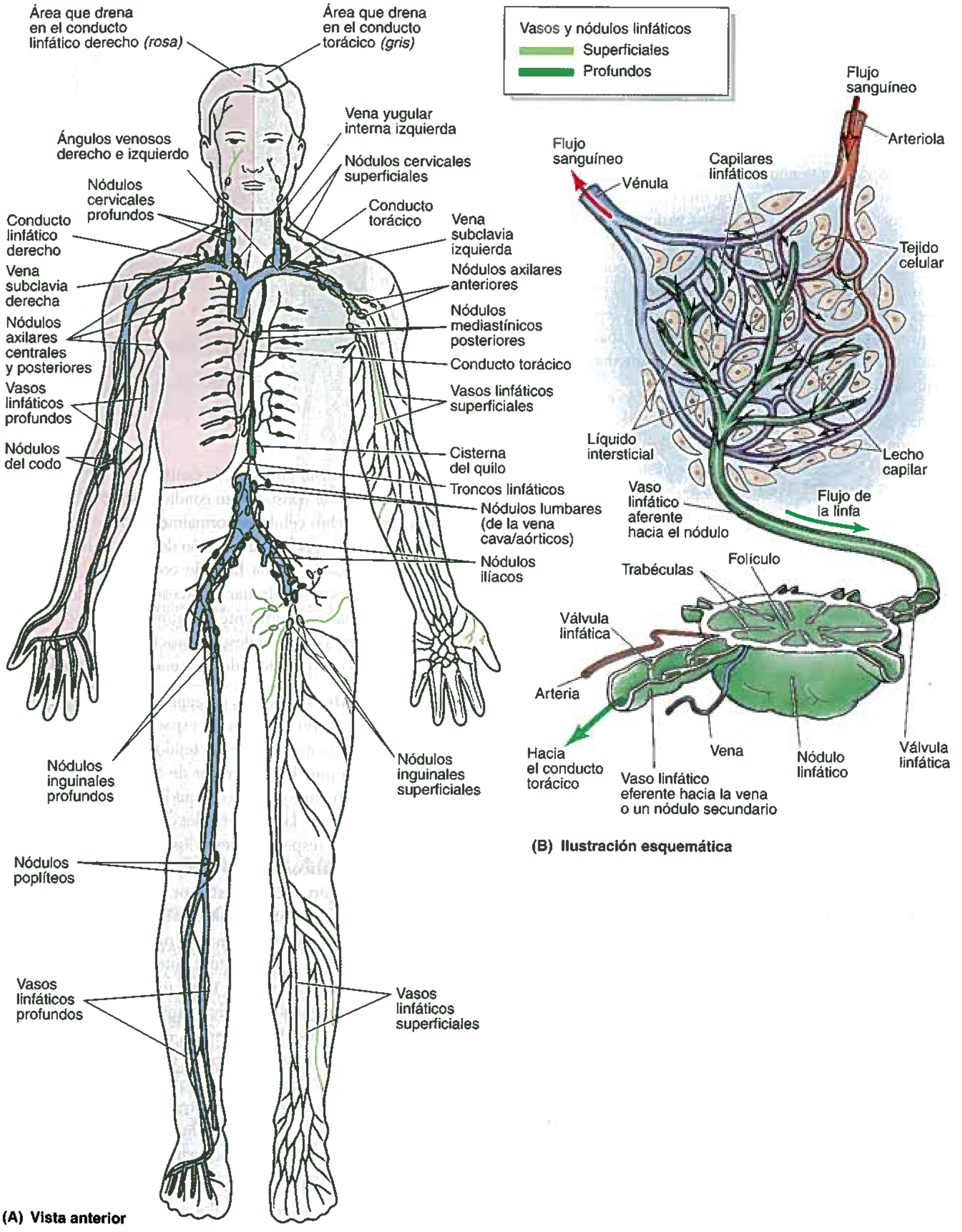
El sistema cardiovascular se compone del corazón y los vasos sanguíneos: arterias, venas y capilares. ♦ Las arterias y las venas (y los linfáticos) tienen tres capas o túnicas: íntima, media y adventicia. ♦ Las arterias tienen fibras elásticas y musculares en sus paredes, que les permiten impulsar la sangre a través del sistema cardiovascular. ♦ Las venas tienen paredes más delgadas que las arterias y se distinguen por la presencia de válvulas, que impiden el reflujo de sangre. ♦ Como simples tubos endoteliales, los capilares son los vasos sanguíneos más pequeños y constituyen la unión entre las arterias de calibre más reducido (arteriolas) y las venas (vénulas).

SISTEMA LINFOIDE

Aunque se halla ampliamente distribuido por todo el cuerpo, la mayor parte del sistema linfoide (linfático) no es aparente en el cadáver, aunque es esencial para la supervivencia. El conocimiento de la anatomía del sistema linfático es importante para el clínico. La *hipótesis de Starling* (v. «Capilares sanguíneos», p. 41) explica que la mayor parte de los líquidos y electrólitos que penetran en el espacio extracelular procedentes de los capilares sanguíneos se reabsorben también en éstos. Sin embargo, hasta 3 litros diarios no se reabsorben en los capilares. Además, una cierta cantidad de proteínas plasmáticas se filtran hacia el espacio extracelular, y algunos materiales que se originan en las células de los tejidos que no pueden atravesar las paredes capilares, como el citoplasma de las células desintegradas, penetran continuamente en el espacio donde viven las células. Si estos materiales se acumularan en el espacio extracelular se produciría una ósmosis inversa, acudiría aún más líquido y se originaría un **edema** (exceso de líquido intersticial que se manifiesta por tumefacción). Sin embargo, la cantidad de líquido intersticial permanece bastante constante en condiciones normales, y las proteínas y los desechos celulares normalmente no se acumulan en el espacio extracelular, debido a la acción del sistema linfoide.

Por lo tanto, el sistema linfoide constituye una especie de «desagüe» que permite drenar el exceso de líquido hístico y de proteínas plasmáticas al torrente sanguíneo, así como eliminar los desechos procedentes de la descomposición celular y la infección. Los principales componentes del sistema linfoide son (fig. I-27):

- **Plexos linfáticos,** o redes de capilares linfáticos que se originan en un fondo ciego en los espacios extracelulares (intercelulares) de la mayoría de los tejidos. Al estar formados por un endotelio muy fino y carecer de membrana basal, pueden penetrar fácilmente en ellos el líquido hístico sobrante, las proteínas plasmáticas, las bacterias, los desechos celulares e incluso células enteras (específicamente los linfocitos).
- Los **vasos linfáticos** constituyen una amplia red distribuida por casi todo el cuerpo, compuesta por vasos de paredes delgadas con abundantes válvulas linfáticas. En el sujeto vivo, los vasos presentan un abultamiento en los puntos donde se hallan las válvulas linfáticas muy próximas entre sí, lo que les otorga un aspecto de collar de cuentas. Hay capilares y vasos linfáticos en casi todos los lugares donde hay capilares sanguíneos, a excepción, por ejemplo, de los dientes, el hueso, la médula ósea y todo el sistema nervioso central. (El exceso de líquido hístico drena aquí en el líquido cefalorraquídeo.)
- La **linfa** (del latín *lympha*, agua transparente) es el líquido hístico que penetra en los capilares linfáticos y circula por los vasos linfáticos. Habitualmente transparente, acuosa y ligeramente amarillenta, la linfa tiene una composición similar a la del plasma sanguíneo.
- Los **nódulos** (ganglios) **linfáticos** son pequeñas masas de tejido linfático que se localizan a lo largo de los vasos linfáticos; a través de ellos se filtra la linfa a su paso hacia el sistema venoso.
- Los **linfocitos** son células circulantes del sistema inmunitario que reaccionan frente a los materiales extraños.


Área que drena en el conducto linfático derecho *(rosa)*
Área que drena en el conducto torácico *(gris)*
Vasos y nódulos linfáticos
Superficiales
Profundos
Ángulos venosos derecho e izquierdo
Vena yugular interna izquierda
Nódulos cervicales superficiales
Nódulos cervicales profundos
Conducto torácico
Conducto linfático derecho
Vena subclavia izquierda
Vena subclavia derecha
Nódulos axilares anteriores
Nódulos axilares centrales y posteriores
Nódulos mediastínicos posteriores
Conducto torácico
Vasos linfáticos profundos
Vasos linfáticos superficiales
Nódulos del codo
Cisterna del quilo
Troncos linfáticos
Nódulos lumbares (de la vena cava/aórticos)
Nódulos ilíacos
Nódulos inguinales profundos
Nódulos inguinales superficiales
Nódulos poplíteos
Vasos linfáticos profundos
Vasos linfáticos superficiales
Flujo sanguíneo
Arteriola
Flujo sanguíneo
Vénula
Capilares linfáticos
Tejido celular
Líquido intersticial
Lecho capilar
Vaso linfático aferente hacia el nódulo
Flujo de la linfa
Trabéculas
Folículo
Válvula linfática
Arteria
Hacia el conducto torácico
Vena
Vaso linfático eferente hacia la vena o un nódulo secundario
Nódulo linfático
Válvula linfática

(B) Ilustración esquemática

(A) Vista anterior

FIGURA I-27. Sistema linfoide. A. Patrón de distribución del drenaje linfático. Excepto para el cuadrante superior derecho del cuerpo *(rosa)*, la linfa drena en última instancia al ángulo venoso izquierdo por el conducto torácico. El cuadrante superior derecho drena en el ángulo venoso derecho, normalmente a través del conducto linfático derecho. La linfa suele atravesar grupos de nódulos linfáticos, generalmente en un orden predecible, antes de entrar en el sistema venoso. **B.** Ilustración esquemática del flujo linfático desde el espacio extracelular a través de un nódulo linfático. Las *flechas pequeñas negras* indican el flujo del líquido intersticial hacia fuera de los capilares sanguíneos (filtración) y hacia dentro de los capilares linfáticos (absorción).

- Los **órganos linfoides** son las partes del cuerpo que producen linfocitos: el timo, la médula ósea roja, el bazo, las tonsilas y los nodulillos linfáticos solitarios y agregados en las paredes del tubo digestivo y del apéndice.

Los **vasos linfáticos superficiales** son más numerosos que las venas en el tejido subcutáneo, se anastomosan libremente, convergen hacia el drenaje venoso y lo siguen. Estos vasos finalizan luego en los **vasos linfáticos profundos,** que acompañan a las arterias y reciben además el drenaje de los órganos internos. Es probable que los vasos linfáticos profundos sean también exprimidos por las arterias que los acompañan, «ordeñando» la linfa a lo largo de estos vasos provistos de válvulas, del mismo modo que antes hemos descrito para las venas satélites. Tanto los vasos linfáticos superficiales como los profundos atraviesan los nódulos linfáticos (habitualmente varios grupos) a medida que se dirigen proximalmente, y van aumentando de calibre al ir uniéndose con los vasos que drenan otras regiones adyacentes. Los vasos linfáticos grandes desembocan en los grandes vasos colectores, denominados troncos linfáticos, que se unen para formar el conducto linfático derecho o el conducto torácico (fig. I-27):

- El **conducto linfático derecho** drena la linfa que procede del cuadrante superior derecho del cuerpo (lado derecho de la cabeza, del cuello y del tórax, además del miembro superior derecho). En la base del cuello penetra en la unión de las venas yugular interna y subclavia derechas, o **ángulo venoso derecho.**
- El **conducto torácico** drena la linfa del resto del cuerpo. Los *troncos linfáticos* que drenan la mitad inferior del cuerpo se unen en el abdomen, donde a veces forman un saco colector dilatado, o cisterna del quilo. Desde este saco (si está presente) o desde la unión de los troncos, el conducto torácico asciende hasta el tórax, lo atraviesa y penetra en el **ángulo venoso izquierdo** (la unión de las venas yugular interna y subclavia izquierdas).

Aunque este drenaje es el típico para la mayor parte de la linfa, los vasos linfáticos comunican libremente con las venas en muchas partes del cuerpo. Por lo tanto, la ligadura de un tronco linfático, o incluso del propio conducto torácico, puede tener sólo un efecto transitorio, ya que se establece un nuevo patrón de drenaje a través de anastomosis linfaticovenosas más periféricas, y posteriormente interlinfáticas.

El sistema linfático ejerce además otras funciones:

- *Absorción y transporte de las grasas alimentarias.* Ciertos capilares linfáticos denominados *vasos quilíferos* reciben todos los lípidos y las vitaminas liposolubles que se absorben en el intestino. Los linfáticos viscerales conducen luego el líquido lechoso, o *quilo* (del griego *chylos*, jugo), al conducto tóracico y al sistema venoso.
- *Formación de un mecanismo de defensa para el organismo.* Cuando un área infectada drena proteínas extrañas, las células inmunocompetentes y/o los linfocitos producen anticuerpos específicos frente a dichas proteínas, los cuales llegan a la zona de infección.

SISTEMA LINFOIDE

Propagación del cáncer

El cáncer invade el organismo por *contigüidad* (crecimiento hacia los tejidos adyacentes) o por *metástasis* (diseminación de células tumorales a lugares distantes del tumor primario original). Las metástasis pueden producirse por uno de tres mecanismos:

1. *Siembra directa* en las serosas de las cavidades corporales.
2. *Diseminación linfógena* (por los vasos linfáticos).
3. *Diseminación hematógena* (por los vasos sanguíneos).

Es sorprendente que a menudo una lámina fascial o una serosa, incluso delgadas, pueden desviar la invasión tumoral. Sin embargo, cuando un proceso maligno penetra en un espacio potencial, es probable que se produzca una siembra directa en las cavidades, es decir, en sus serosas.

La **diseminación linfógena del cáncer** es la vía más común para la propagación inicial de los *carcinomas* (tumores epiteliales), el tipo más frecuente de cáncer. Las células desprendidas del lugar del cáncer primario penetran en los linfáticos y se desplazan por ellos. Las células transportadas por los vasos linfáticos se filtran y quedan atrapadas en los nódulos linfáticos, que se convierten en localizaciones secundarias (metastásicas) del cáncer.

El patrón de afectación de los nódulos linfáticos cancerosos sigue las vías naturales del drenaje linfático. Así, al extirpar un tumor potencialmente metastásico, el cirujano procede a determinar el *estadio de las metástasis* (establecer el grado de diseminación del cáncer); para ello extirpa y examina los nódulos linfáticos que reciben la linfa del órgano o región, en el orden en que normalmente pasa la linfa a través de ellos. Por lo tanto, es importante que el médico conozca literalmente el drenaje linfático «retrógrado y anterógrado», es decir: *1*) que sepa cuáles son los nódulos probablemente afectados cuando se identifica un tumor en un determinado lugar u órgano, y el orden en que reciben la linfa, y *2*) que sea capaz de determinar los probables lugares del cáncer primario (fuentes de las metástasis) cuando se detecta un nódulo aumentado de tamaño. Los *nódulos cancerosos* se tumefactan cuando crecen en ellos células tumorales; sin embargo, a diferencia de los nódulos que aumentan de tamaño por una infección, los nódulos cancerosos no suelen ser dolorosos al comprimirlos.

La **diseminación hematógena del cáncer** es la vía más frecuente para las metástasis de los *sarcomas* (cánceres del tejido conectivo), tumores menos frecuentes pero más malignos. Como las venas son más abundantes y sus paredes más delgadas ofrecen menos resistencia, las metástasis se producen más a menudo por vía venosa que por vía arterial. Puesto que las células transportadas por la sangre siguen el flujo venoso, los lugares más comunes de afectación metastásica son el hígado y los pulmones. Típicamente, el tratamiento o la extirpación de un tumor primario no son difíciles, pero puede ser imposible tratar o extirpar todos los nódulos linfáticos afectados u otros tumores secundarios (metastásicos) (Cotran *et al.*, 1999).

Linfangitis, linfadenitis y linfedema

La *linfangitis* y la *linfadenitis* son inflamaciones secundarias de los vasos y los nódulos linfáticos, respectivamente. Estos procesos pueden ocurrir cuando el sistema linfoide interviene en el transporte químico o bacteriano, después de lesiones o infecciones graves. Los vasos linfáticos, que normalmente no se aprecian, pueden ponerse de manifiesto como líneas rojas en la piel, y los nódulos se hallan tumefactos y dolorosos. Este proceso es potencialmente peligroso, pues la infección no contenida puede conducir a una *septicemia* (envenenamiento de la sangre).

El *linfedema*, un tipo localizado de edema, ocurre cuando no drena la linfa de una parte del cuerpo. Por ejemplo, si se extirpan quirúrgicamente los nódulos linfáticos cancerosos de la axila, puede producirse un linfedema del miembro. Los crecimientos celulares sólidos pueden penetrar en los vasos linfáticos y formar diminutos *émbolos celulares* (tapones), que pueden disgregarse y pasar a los nódulos linfáticos regionales. De este modo, puede ocurrir una nueva diseminación linfógena a otros tejidos y órganos.

Puntos fundamentales

SISTEMA LINFOIDE

El sistema linfoide drena el exceso de líquido de los espacios extracelulares al torrente sanguíneo. ♦ El sistema linfoide constituye además una parte importante del sistema de defensa del organismo. ♦ Componentes importantes del sistema linfoide son las redes de capilares linfáticos o plexos linfáticos, los vasos linfáticos, la linfa, los nódulos linfáticos, los linfocitos y los órganos linfoides. ♦ El sistema linfoide aporta una vía predecible (relativamente) para la diseminación de ciertos tipos de células cancerosas por todo el organismo. ♦ La inflamación de los vasos linfáticos y/o el aumento de tamaño de los nódulos linfáticos constituyen un indicador importante de una posible lesión, infección o enfermedad (p. ej., cáncer).

SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso permite al organismo reaccionar frente a los continuos cambios que se producen en el medio ambiente y en el medio interno. Además, controla e integra las diversas actividades del organismo, como la circulación y la respiración. Con fines descriptivos, el sistema nervioso se divide:

- Estructuralmente, en *sistema nervioso central* (SNC), compuesto por el encéfalo y la médula espinal, y *sistema nervioso periférico* (SNP), es decir, el resto del sistema nervioso que no pertenece al SNC.
- Funcionalmente, en *sistema nervioso somático* (SNS) y *sistema nervioso autónomo* (SNA).

El tejido nervioso se compone de dos tipos principales de células: neuronas (*células nerviosas*) y neuroglia (*células de la glía*), que sirven de soporte a las neuronas.

- Las **neuronas** son las unidades estructurales y funcionales del sistema nervioso, especializadas para una rápida comunicación (figs. I-28 y I-29). Una neurona se compone del **cuerpo celular,** con prolongaciones (extensiones) denominados **dendritas** y un **axón,** que llevan los impulsos hacia y desde el cuerpo celular, respectivamente. La *mielina*, capas de sustancias lipídicas y proteicas, forma una **vaina de mielina** en torno a algunos axones, lo que aumenta considerablemente la velocidad de conducción de los impulsos. Dos tipos de neuronas constituyen la mayoría de las existentes en el SNC (y particularmente en el SNP) (fig. I-28):

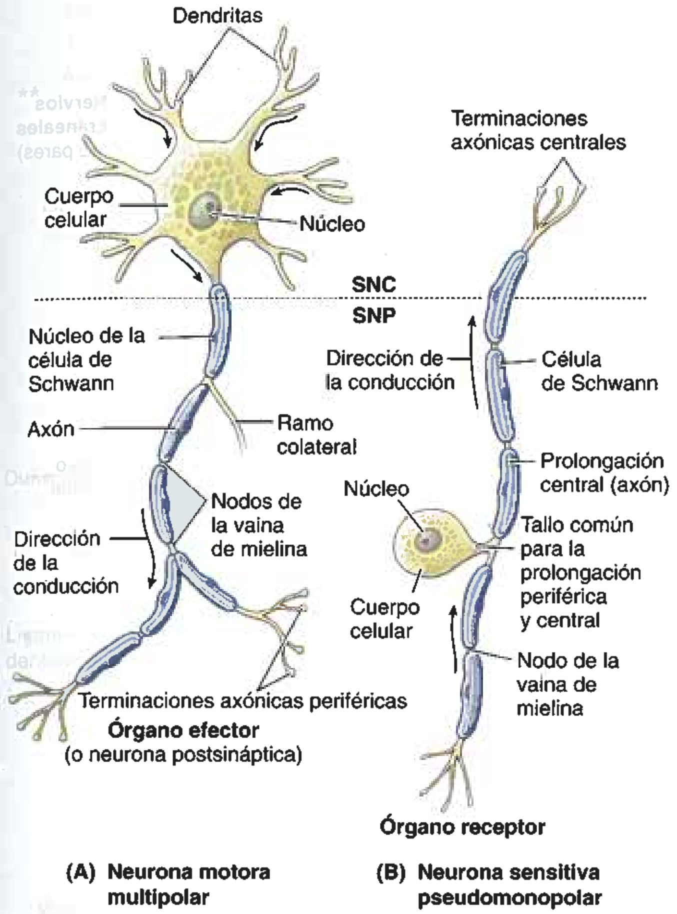
  (1) Las **neuronas motoras multipolares** poseen dos o más dendritas y un solo axón, que puede tener uno o más ramos colaterales. Son el tipo más común de neurona en el sistema nervioso (SNC y SNP). Todas las neuronas motoras que controlan los músculos esqueléticos y las que componen el SNA son neuronas multipolares.

  (2) Las **neuronas sensitivas pseudomonopolares** poseen una corta prolongación, aparentemente única (pero en realidad doble), que se extiende desde el cuerpo celular. Esta prolongación común se separa en una prolongación periférica, que conduce los impulsos desde el órgano receptor (p. ej., sensores del tacto, el dolor o la temperatura en la piel) hacia el cuerpo celular, y una prolongación central, que continúa desde el cuerpo celular hasta el SNC. Los cuerpos celulares de las neuronas pseudomonopolares están localizados fuera del SNC, en los ganglios sensitivos; por lo tanto, forman parte del SNP.

  Las neuronas comunican unas con otras en las **sinapsis,** o puntos de contacto interneuronales (fig. I-29). La comunicación se produce por medio de *neurotransmisores,* sustancias químicas liberadas o segregadas por una neurona que pueden excitar o inhibir a otra, lo que continúa o interrumpe la conexión de los impulsos o la respuesta a ellos.
- Las células de la **neuroglia** (células gliales o glia) son aproximadamente cinco veces más abundantes que las neuronas. Son células no neuronales ni excitables que constituyen un componente principal del tejido nervioso, con las funciones de apoyar, aislar o nutrir a las neuronas. En el SNC, la neuroglia incluye la *oligodendroglia,* los *astrocitos,* las *células ependimarias* y la *microglia* (pequeñas células gliales). En el SNP, la neuroglia comprende las *células satélites* en torno a las neuronas de los ganglios sensitivos de los nervios espinales (raíz posterior) y los ganglios del sistema nervioso autónomo, y las células de Schwann (*neurilema*) (figs. I-28 y I-29).

Sistema nervioso central

El **sistema nervioso central** (SNC) se compone del encéfalo y la médula espinal (fig. I-30). Las funciones principales del SNC


Dendritas
Cuerpo celular
Núcleo
SNC
SNP
Núcleo de la célula de Schwann
Axón
Ramo colateral
Nodos de la vaina de mielina
Dirección de la conducción
Terminaciones axónicas periféricas
Órgano efector
(o neurona postsináptica)
Terminaciones axónicas centrales
Dirección de la conducción
Célula de Schwann
Prolongación central (axón)
Núcleo
Tallo común para la prolongación periférica y central
Cuerpo celular
Nodo de la vaina de mielina
Órgano receptor

(A) Neurona motora multipolar

(B) Neurona sensitiva pseudomonopolar

FIGURA I-28. Neuronas. Se muestran los principales tipos de neuronas. **A.** Neuronas motoras multipolares. Todas las motoneuronas que controlan la musculatura esquelética y las que constituyen el SNA son neuronas multipolares. **B.** Excepto para algunos sentidos especiales (p. ej., el olfato y la vista), todas las neuronas sensitivas del SNP son pseudomonopolares con cuerpos celulares localizados en los ganglios sensitivos.

consisten en integrar y coordinar las señales nerviosas de entrada y salida, y llevar a cabo las funciones mentales superiores, como el pensamiento y el aprendizaje.

Un **núcleo** es un acúmulo de cuerpos de neuronas en el SNC. Un haz de fibras nerviosas (axones) dentro del SNC que conectan núcleos de la corteza cerebral, cercanos o distantes, es un **tracto.** El encéfalo y la médula espinal se componen de sustancia gris y sustancia blanca. Los cuerpos de las neuronas constituyen la **sustancia gris;** los sistemas de tractos de fibras de interconexión forman la **sustancia blanca** (fig. I-31). En los cortes transversales de la médula espinal, la sustancia gris presenta una forma parecida a una H, envuelta por una matriz de sustancia blanca. Los puntales (soportes) de la H son las **astas;** por lo tanto, hay astas grises posteriores (dorsales) y anteriores (ventrales), derechas e izquierdas.

Tres capas membranosas (piamadre, aracnoides y duramadre) constituyen conjuntamente las **meninges.** Las meninges y el **líquido cefalorraquídeo** (LCR) rodean al SNC y lo protegen. El encéfalo y la médula espinal se hallan íntimamente recubiertos en su superficie externa por la capa meníngea más interna, una

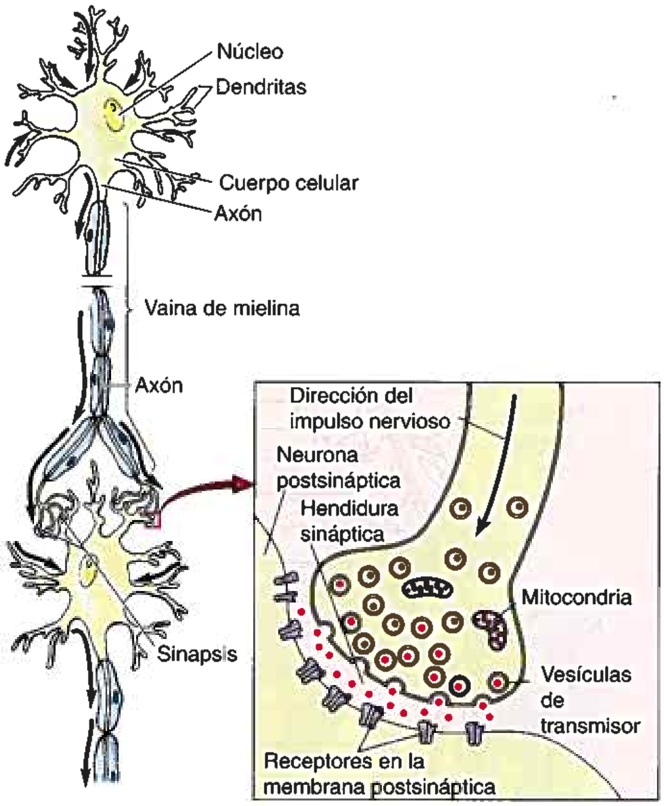

Núcleo
Dendritas
Cuerpo celular
Axón
Vaina de mielina
Axón
Sinapsis
Dirección del impulso nervioso
Neurona postsináptica
Hendidura sináptica
Mitocondria
Vesículas de transmisor
Receptores en la membrana postsináptica

FIGURA I-29. Sinapsis entre neuronas motoras multipolares. Una neurona influye en otras neuronas en las sinapsis. *Recuadro:* Estructura detallada de una sinapsis axodendrítica. Los neurotransmisores difunden a través de la hendidura sináptica entre las dos células y se unen a los receptores.

fina cubierta transparente, la **piamadre.** El LCR se halla entre la piamadre y la **aracnoides.** Por fuera de la piamadre y la aracnoides se encuentra la duramadre, firme y gruesa. La **duramadre** del encéfalo está íntimamente relacionada con la cara interna de los huesos del *neurocráneo* circundante; la duramadre de la médula espinal está separada de los huesos de la columna vertebral por el *espacio epidural,* lleno de tejido adiposo.

Sistema nervioso periférico

El **sistema nervioso periférico** (SNP) se compone de fibras nerviosas y cuerpos celulares, situados fuera del SNC, que conducen los impulsos hacia o desde éste (fig. I-30). El SNP está organizado en nervios que conectan el SNC con las estructuras periféricas.

Una **fibra nerviosa** consta de un axón, su neurilema (del griego *neuron*, nervio + *lemma*, cáscara) y el tejido conectivo endoneural circundante (fig. I-32). El **neurilema** está formado por la membrana de las células de Schwann, que rodea inmediatamente el axón y lo separa de otros axones. En el SNP, el neurilema puede adoptar dos formas, lo que crea dos clases de fibras nerviosas:

1. El neurilema de las fibras nerviosas mielinizadas consiste en células de Schwann específicas para un determinado axón, organizadas en una serie continua de células envolventes formadoras de mielina.

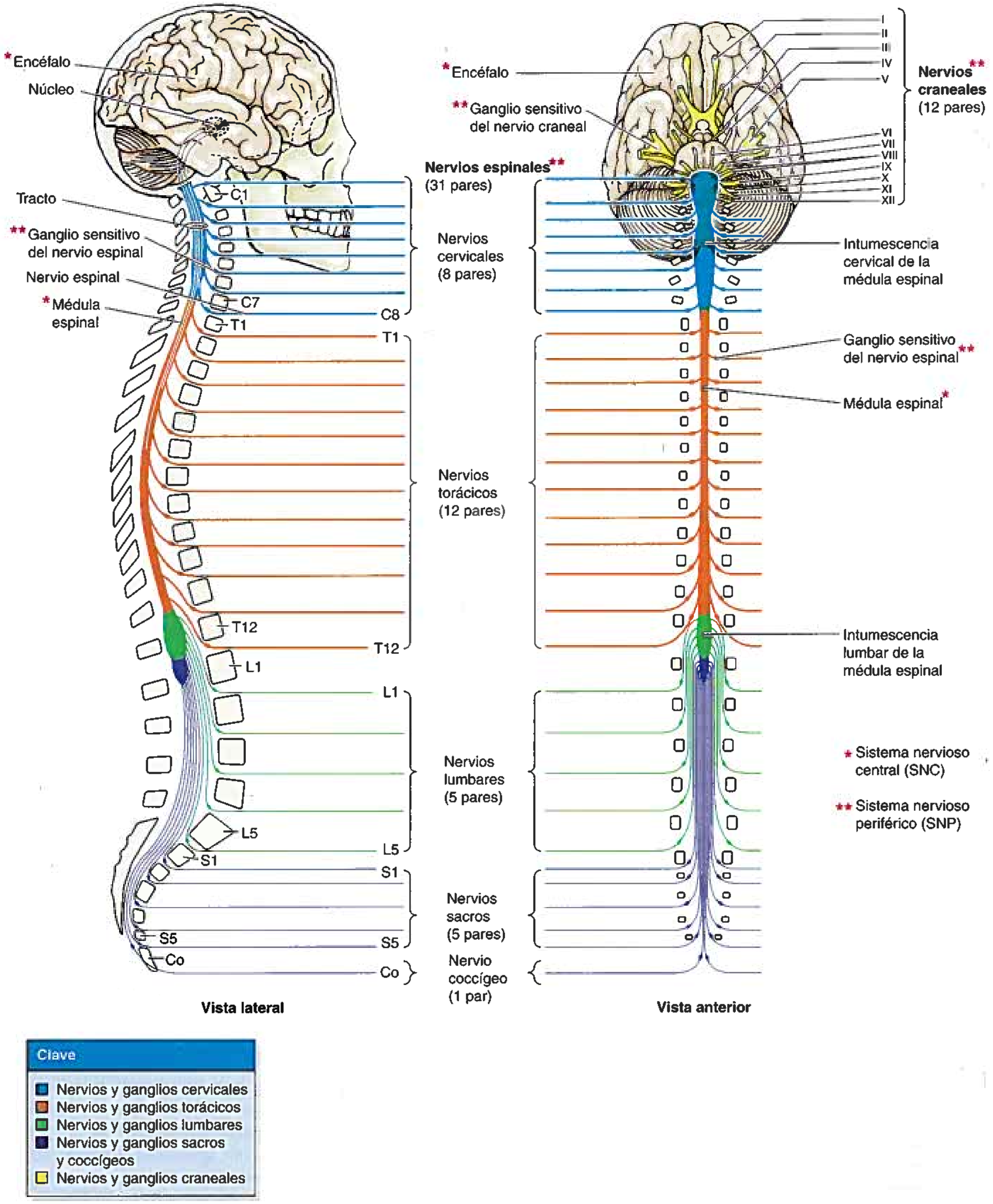

*Encéfalo
Núcleo
Tracto
**Ganglio sensitivo del nervio espinal
Nervio espinal
*Médula espinal
C1
C7
T1
T12
L1
L5
S1
S5
Co
C8
T1
T12
L1
L5
S1
S5
Co
Nervios espinales** (31 pares)
Nervios cervicales (8 pares)
Nervios torácicos (12 pares)
Nervios lumbares (5 pares)
Nervios sacros (5 pares)
Nervio coccígeo (1 par)
Vista lateral
*Encéfalo
**Ganglio sensitivo del nervio craneal
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
Nervios craneales** (12 pares)
Intumescencia cervical de la médula espinal
Ganglio sensitivo del nervio espinal**
Médula espinal*
Intumescencia lumbar de la médula espinal
* Sistema nervioso central (SNC)
** Sistema nervioso periférico (SNP)
Vista anterior
Clave
🟦 Nervios y ganglios cervicales
🟧 Nervios y ganglios torácicos
🟩 Nervios y ganglios lumbares
🟦 Nervios y ganglios sacros y coccígeos
🟨 Nervios y ganglios craneales

FIGURA I-30. Organización básica del sistema nervioso. El SNC está formado por el encéfalo y la médula espinal. El SNP está formado por nervios y ganglios. Los nervios pueden ser craneales o espinales, o derivados de ellos. Excepto en la región cervical, cada nervio espinal se designa con la misma letra y numeración que la vértebra en cuyo borde inferior se ha formado. En la región cervical, cada nervio espinal recibe la misma letra y numeración que la vértebra en cuyo borde superior se ha formado. El nervio espinal C8 sale entre las vértebras C7 y T1. Las intumescencias cervical y lumbar de la médula espinal se producen en relación con la inervación de los miembros.

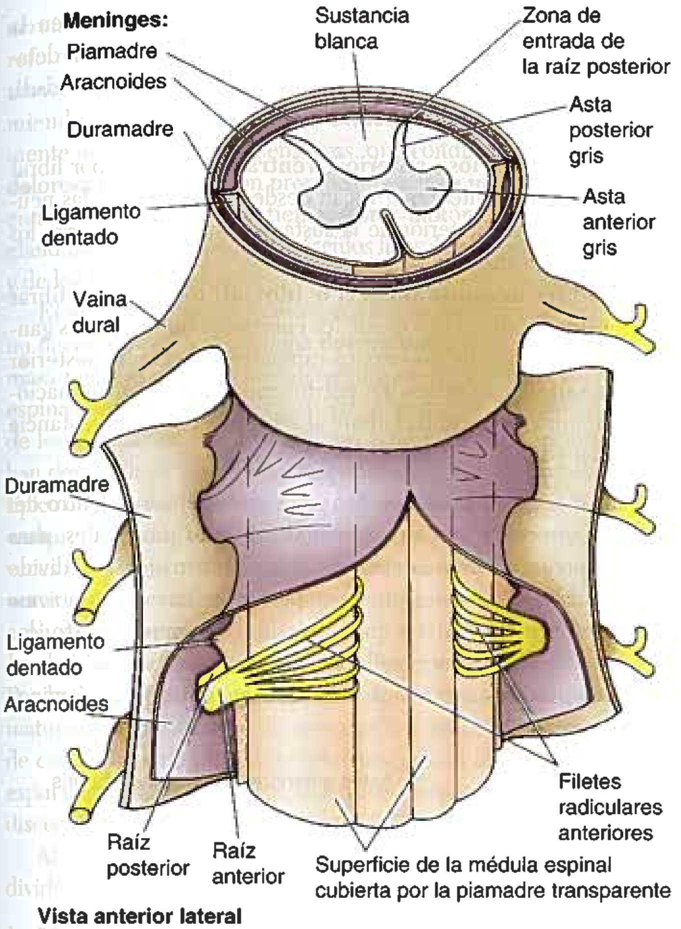

Meninges:
Piamadre
Aracnoides
Duramadre
Sustancia blanca
Zona de entrada de la raíz posterior
Asta posterior gris
Asta anterior gris
Ligamento dentado
Vaina dural
Duramadre
Ligamento dentado
Aracnoides
Filetes radiculares anteriores
Raíz posterior
Raíz anterior
Superficie de la médula espinal cubierta por la piamadre transparente
Vista anterior lateral

FIGURA I-31. Médula espinal y meninges. La duramadre y la aracnoides han sido seccionadas para mostrar las raíces anteriores y posteriores y el ligamento dentado (un engrosamiento bilateral, longitudinal y dentado, de la piamadre que fija la médula en el centro del conducto vertebral). La médula espinal está seccionada para mostrar las astas de sustancia gris. Las meninges se extienden a lo largo de las raíces nerviosas y después se fusionan con el epineuro en el punto donde la raíz anterior y la posterior se juntan, formando la vaina dural que encierra los ganglios sensitivos de las raíces posteriores de los nervios espinales.

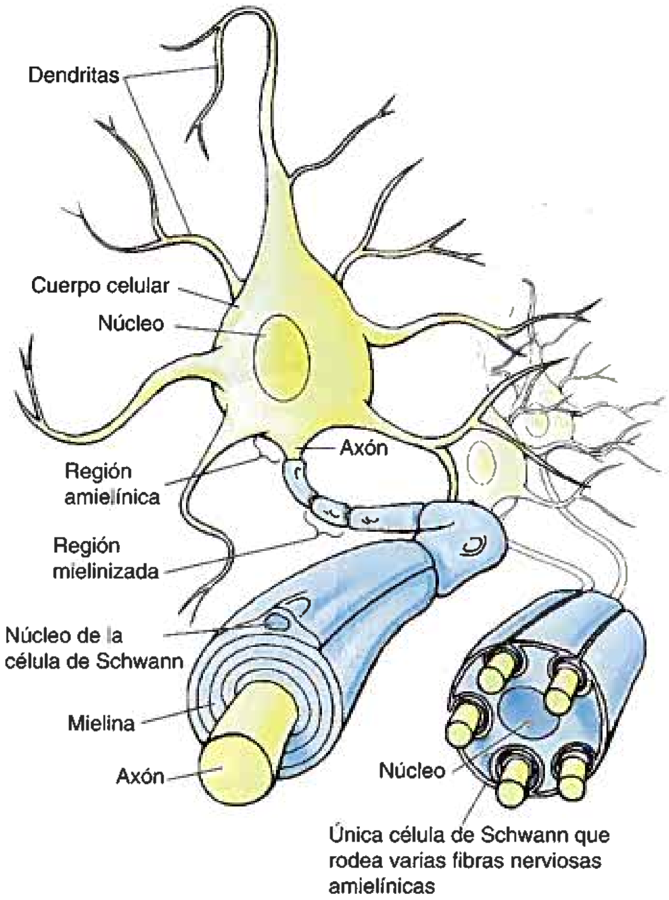

Dendritas
Cuerpo celular
Núcleo
Axón
Región amielínica
Región mielinizada
Núcleo de la célula de Schwann
Mielina
Axón
Núcleo
Única célula de Schwann que rodea varias fibras nerviosas amielínicas

FIGURA I-32. Fibras nerviosas mielinizadas y amielínicas. Las fibras nerviosas mielinizadas tienen una vaina compuesta por una serie continua de células del neurilema (de Schwann) que rodean el axón y forman una serie de segmentos de mielina. Las múltiples fibras amielínicas están individualmente incluidas dentro de una única célula del neurilema que no produce mielina.

2. El neurilema de las fibras nerviosas amielínicas está formado por células de Schwann que no componen una serie aparente; hay múltiples axones incluidos por separado en el citoplasma de cada célula. Estas células de Schwann no producen mielina. La mayoría de las fibras de los nervios cutáneos (los nervios que confieren sensibilidad a la piel) son amielínicas.

Un **nervio** consta de:

- Un haz de fibras nerviosas situadas fuera del SNC (o un «acúmulo de fibras amontonadas», o *fascículo,* en los nervios de mayor tamaño).
- Las coberturas de tejido conectivo que rodean y unen las fibras nerviosas y los fascículos.
- Los vasos sanguíneos (*vasa nervorum*) que nutren las fibras nerviosas y sus cubiertas (fig. I-33).

Los nervios son bastante fuertes y resistentes, porque sus fibras reciben soporte y protección de tres coberturas de tejido conectivo:

1. **Endoneuro,** tejido conectivo fino que rodea íntimamente las células del neurilema y los axones.
2. **Perineuro,** una capa de tejido conectivo denso que engloba un fascículo de fibras nerviosas y constituye una eficaz barrera contra las sustancias extrañas que pudieran penetrar en dichas fibras.
3. **Epineuro,** una lámina gruesa de tejido conectivo que rodea y engloba un haz de fascículos, y forma la cobertura más externa del nervio; incluye tejido adiposo, vasos sanguíneos y linfáticos.

Los nervios están organizados de un modo muy semejante a un cable telefónico. Los axones son como los hilos individuales aislados por el neurilema y el endoneuro; los hilos aislados son agrupados por el perineuro, y los grupos están rodeados por el epineuro, que forma la envoltura más externa del cable (fig. I-33). Es importante distinguir entre *fibras nerviosas* y *nervios,* que a veces se representan igual en las figuras.

Un conjunto de cuerpos neuronales fuera del SNC es un **ganglio.** Existen ganglios motores (autónomos) y ganglios sensitivos.

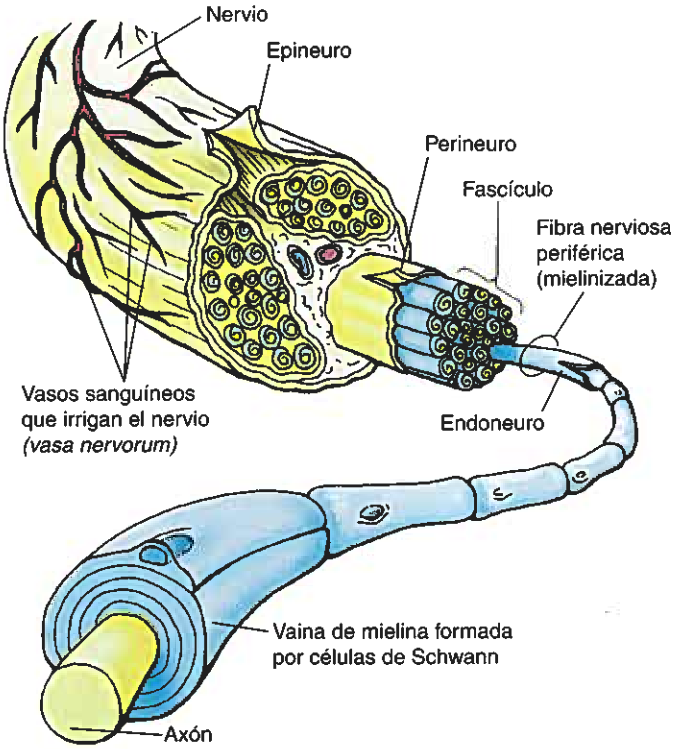

Nervio
Epineuro
Perineuro
Fascículo
Fibra nerviosa periférica (mielinizada)
Vasos sanguíneos que irrigan el nervio (vasa nervorum)
Endoneuro
Vaina de mielina formada por células de Schwann
Axón

FIGURA I-33. Disposición y cubiertas de las fibras nerviosas mielinizadas. Los nervios constan de haces de fibras nerviosas, las capas de tejido conectivo que las mantienen juntas, y los vasos sanguíneos (*vasa nervorum*) que las irrigan. Todos los nervios, excepto los más pequeños, están dispuestos en haces denominados fascículos.

TIPOS DE NERVIOS

El SNP se continúa anatómica y operativamente con el SNC (figura I-30). Sus **fibras aferentes (sensitivas)** llevan los impulsos nerviosos al SNC, procedentes de los órganos de los sentidos (p. ej., el ojo) y de los receptores sensitivos de diversas partes del cuerpo (p. ej., en la piel). Sus **fibras eferentes (motoras)** conducen los impulsos nerviosos desde el SNC a los *órganos efectores* (músculos y glándulas).

Los nervios se dividen en craneales o espinales, o derivados de ellos:

- Los **nervios craneales** salen de la cavidad craneal a través de los agujeros del cráneo, y se identifican por su nombre descriptivo (p. ej., «nervio troclear») o por un número romano (p. ej., «NC IV»). Sólo 11 de los 12 pares de nervios craneales se originan en el encéfalo; el par restante (NC XI) surge de la parte superior de la médula espinal.
- Los **nervios espinales (segmentarios)** salen de la columna vertebral a través de los agujeros intervertebrales (fig. I-30). Los nervios espinales surgen en pares bilaterales desde un segmento específico de la médula espinal. Los 31 segmentos medulares y los 31 pares de nervios que surgen de ellos se identifican por una letra y un número (p. ej., «T4») para designar la región de la médula espinal y su orden de superior a inferior (*C*, cervical; *T*, torácica; *L*, lumbar; *S*, sacra, y *Co*, coccígea).

Nervios espinales. Los nervios espinales se inician en la médula espinal en forma de *raicillas* o *filetes radiculares* (un detalle que suele omitirse en los diagramas, en aras de la simplicidad), que convergen para formar dos *raíces* (fig. I-34):

1. Una **raíz nerviosa anterior (ventral)** compuesta por fibras motoras (eferentes) que viajan desde los cuerpos de las neuronas del asta anterior de la sustancia gris medular hasta los órganos efectores periféricos.
2. Una **raíz nerviosa posterior (dorsal)** formada por fibras sensitivas (aferentes) desde los cuerpos celulares en los ganglios sensitivos de los nervios espinales o de la raíz posterior (dorsal) que se extienden periféricamente a las terminaciones sensitivas y centralmente al asta posterior de la sustancia gris medular.

Las raíces nerviosas anterior y posterior se unen, dentro del agujero intervertebral o en sus inmediaciones proximales, para formar un *nervio espinal mixto* (motor y sensitivo) que se divide enseguida en dos *ramos*: un *ramo posterior (dorsal)* y un *ramo anterior (ventral)*. Al ser ramos del nervio espinal mixto, los ramos posterior y anterior llevan fibras motoras y sensitivas, al igual que todas sus ramificaciones subsiguientes. Los términos

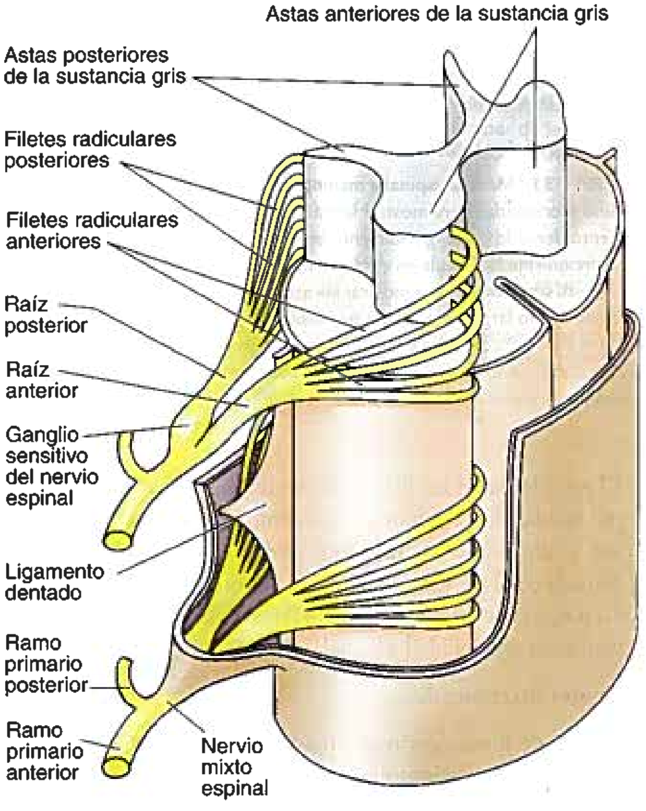

Astas anteriores de la sustancia gris
Astas posteriores de la sustancia gris
Filetes radiculares posteriores
Filetes radiculares anteriores
Raíz posterior
Raíz anterior
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Ligamento dentado
Ramo primario posterior
Ramo primario anterior
Nervio mixto espinal

FIGURA I-34. Sustancia gris de la médula espinal, raíces y nervios espinales. Las meninges han sido seccionadas y reflejadas para mostrar la sustancia gris en forma de H de la médula espinal, así como los filetes radiculares y las raíces posteriores y anteriores de dos nervios espinales. Los filetes radiculares posteriores y anteriores entran y salen de las astas posterior y anterior de la sustancia gris, respectivamente. Las raíces nerviosas posterior y anterior se unen distalmente al ganglio sensitivo del nervio espinal formando un nervio espinal mixto, el cual inmediatamente se divide en un ramo posterior y uno anterior.

nervio motor y *nervio sensitivo* son casi siempre relativos y hacen referencia a la *mayoría* de los tipos de fibras que componen ese nervio. Los nervios que inervan los músculos del tronco o de los miembros (nervios motores) contienen también aproximadamente un 40 % de fibras sensitivas, que conducen la sensibilidad dolorosa y la información propioceptiva. A la inversa, los nervios cutáneos (sensitivos) contienen fibras motoras que inervan las glándulas sudoríparas y los músculos lisos de los vasos sanguíneos y de los folículos pilosos.

El área unilateral de piel inervada por las fibras sensitivas de un nervio espinal se denomina **dermatoma;** el área unilateral de masa muscular que recibe inervación de las fibras de un nervio espinal es un **miotoma** (fig. I-35). A partir de estudios clínicos de lesiones de las raíces posteriores o de los nervios espinales, se han desarrollado mapas de los dermatomas para indicar el patrón típico de inervación de la piel por cada nervio espinal (fig. I-36). Sin embargo, la lesión de una raíz posterior o de un nervio espinal raras veces daría lugar a entumecimiento en el área demarcada para ese nervio en dichos mapas, pues las fibras que transportan los nervios espinales adyacentes se solapan casi por completo al distribuirse por la piel, lo que proporciona una especie de doble cobertura. Por lo tanto, sería preferible que las líneas que delimitan los dermatomas en los mapas se difuminaran o se emplearan gradaciones de color. En general, han de interrumpirse al menos dos nervios espinales (o raíces posteriores) adyacentes para producir un área discernible de entumecimiento.

Al salir de los agujeros intervertebrales, los nervios espinales se dividen en dos ramos (fig. I-37):

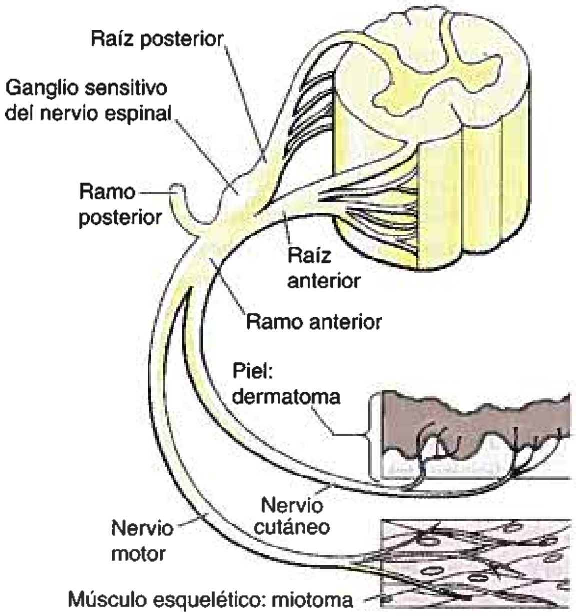


FIGURA I-35. Dermatomas y miotomas. Representación esquemática de un dermatoma (el área unilateral de la piel) y de un miotoma (la porción unilateral del músculo esquelético) inervados por un único nervio espinal.

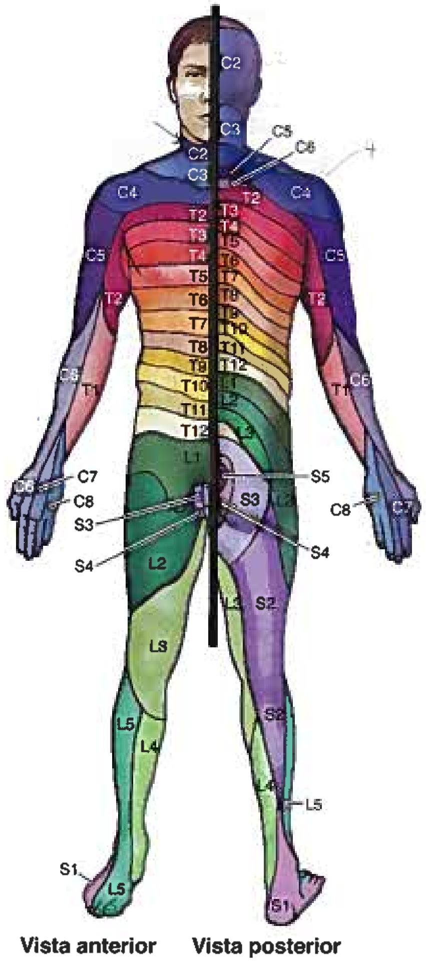


FIGURA I-36. Dermatomas (inervación cutánea segmentaria). Los mapas de dermatomas en el cuerpo están basados en la recopilación de datos clínicos hallados en lesiones de los nervios espinales. Este mapa se basa en los estudios de Foerster (1933) y refleja tanto la distribución anatómica (real) o la inervación segmentaria como la experiencia clínica. Otro mapa, más esquemático, es el de Keegan y Garrett (1948), que resulta atractivo por su patrón uniforme y más fácilmente extrapolable. El nervio espinal C1 carece de componente aferente significativo y no inerva la piel; por lo tanto, no se representa ningún dermatoma C1. Obsérvese que en el mapa de Foerster, C5-T1 y L3-S1 están distribuidos casi exclusivamente en los miembros (es decir, tienen poca o nula representación en el tronco).

1. Los **ramos posteriores (primarios) de los nervios espinales** aportan fibras nerviosas a las articulaciones sinoviales de la columna vertebral, a los músculos profundos del dorso y a la piel suprayacente, en un patrón segmentario. Como regla general, los ramos posteriores permanecen separados entre sí (no se unen para formar plexos nerviosos somáticos importantes).
2. Los **ramos anteriores (primarios) de los nervios espinales** aportan fibras nerviosas al área restante, mucho más amplia, formada por las regiones anterior y lateral del tronco y los miembros superiores e inferiores. Los ramos anteriores que se distribuyen exclusivamente por el tronco permanecen generalmente separados entre sí e inervan también los músculos y la piel en un patrón segmentario (figs. I-38 y I-39). En cambio, sobre todo en cuanto a la inervación de los miembros, la mayoría de los ramos anteriores emergen con uno o más ramos anteriores adyacentes y forman los *plexos* (redes) *nerviosos somáticos*

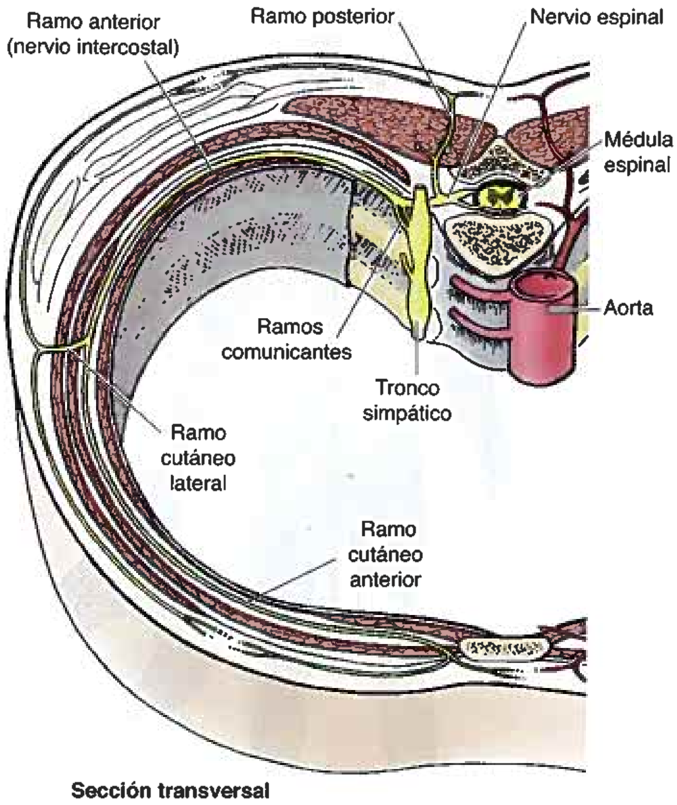


FIGURA I-37. Distribución de los nervios espinales. Casi tan pronto como se forman por la unión de las raíces posterior y anterior, los nervios espinales se dividen en un ramo anterior y otro posterior (primarios). Los ramos posteriores se distribuyen en las articulaciones sinoviales de la columna vertebral, los músculos profundos del dorso y la piel suprayacente. El área restante anterolateral del cuerpo, incluidos los miembros, está inervada por los ramos anteriores. Los ramos posteriores y anteriores de los nervios espinales T2-12 generalmente no se unen con los ramos de los nervios espinales adyacentes para formar plexos.

principales, en los cuales se entremezclan sus fibras y de los que emerge una nueva serie de *nervios periféricos multisegmentarios* (figs. I-39 y I-40A y B). Los ramos anteriores de los nervios espinales que participan en la formación de los plexos aportan fibras a múltiples nervios periféricos que se originan en el plexo (fig. I-40A); de manera recíproca, la mayoría de los nervios periféricos que surgen de los plexos contienen fibras de múltiples nervios espinales (fig. I-40B).

Aunque los nervios espinales pierden su identidad al dividirse y mezclarse en el plexo, las fibras que surgen de un determinado segmento medular y transcurren por un solo nervio espinal se distribuyen finalmente por un dermatoma segmentario, aunque pueden alcanzarlo mediante un nervio periférico multisegmentario que surge del plexo, que también lleva fibras a todos los dermatomas adyacentes o parte de ellos (fig. I-40C).

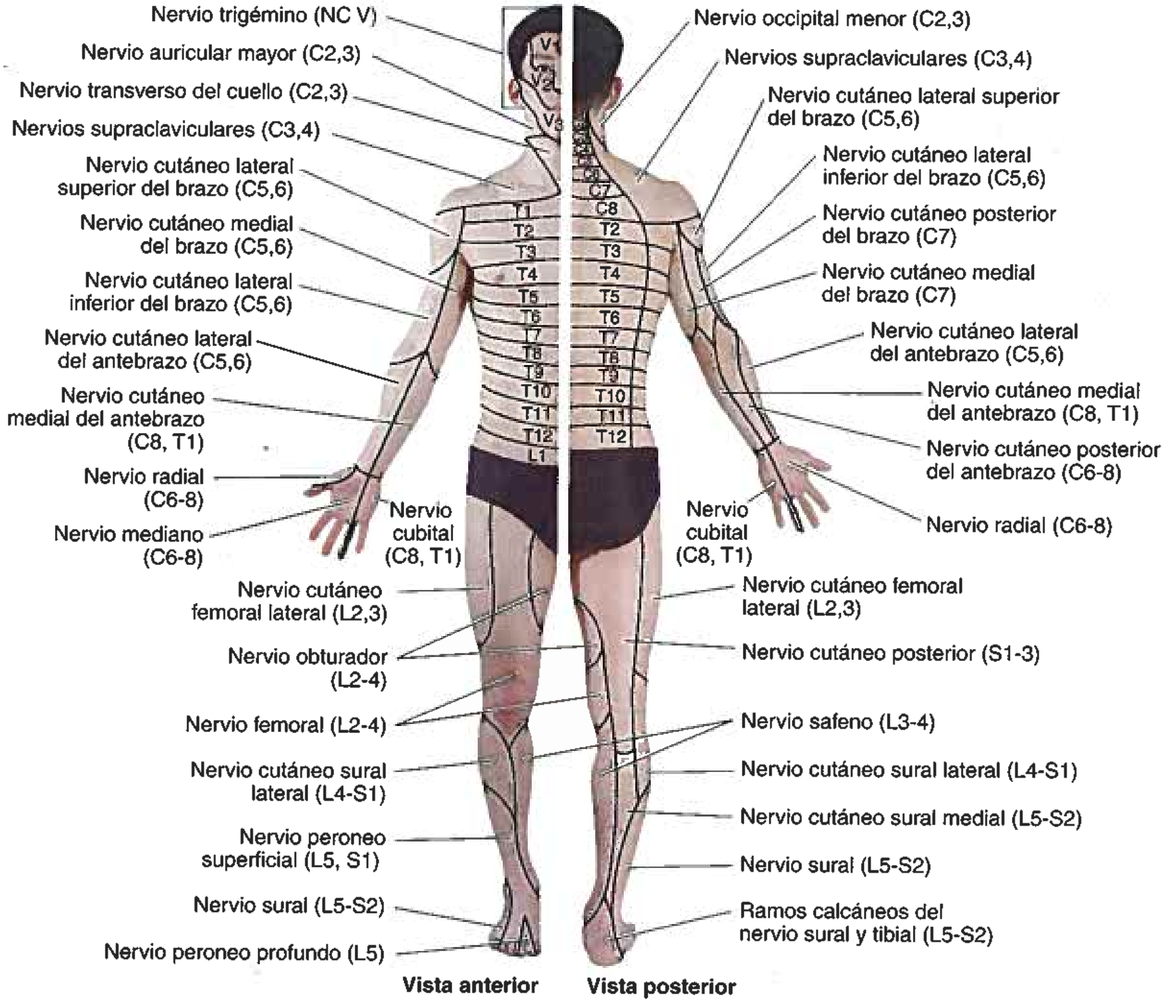
Por lo tanto, es importante distinguir entre la distribución de las fibras transportadas por los nervios espinales (*inervación* o *distribución segmentaria*, es decir, los dermatomas y miotomas etiquetados con una letra y un número, como «T4») y la de las fibras transportadas por los ramos de un plexo (*inervación* o *distribución de los nervios periféricos*, que se etiquetan con los nombres de los nervios periféricos, como el «nervio mediano») (figs. I-36 y I-38). Los mapas correspondientes a la inervación segmentaria (dermatomas, determinados por la experiencia clínica) o a la distribución de los nervios periféricos (determinada al disecar distalmente los ramos de un nervio) son completamente diferentes excepto en la mayor parte del tronco, donde al no haber plexos las distribuciones segmentaria y periférica son iguales. El solapamiento en la distribución cutánea de las fibras nerviosas conducidas por los nervios espinales adyacentes también tiene lugar en la distribución cutánea de las fibras nerviosas conducidas por los nervios periféricos adyacentes.

Nervios craneales. Al surgir del SNC, algunos nervios craneales llevan solamente fibras sensitivas, otros sólo llevan fibras motoras y otros, finalmente, son portadores de una mezcla de ambos tipos de fibras (fig. I-41). Puesto que existen comunicaciones entre los nervios craneales, y entre éstos y los nervios cervicales (espinales) superiores, un nervio que inicialmente sólo lleva fibras motoras puede recibir fibras sensitivas durante su curso distal, y viceversa. Excepto en los dos primeros nervios (que intervienen en los sentidos del olfato y la vista), los nervios craneales que llevan fibras sensitivas al encéfalo poseen ganglios sensitivos (similares a los ganglios sensitivos de los nervios espinales o de las raíces posteriores), donde se localizan los cuerpos celulares de las fibras pseudomonopolares. Aunque, por definición, el término *dermatoma* se aplica solamente a los nervios espinales, se pueden identificar áreas similares de piel inervada por un determinado nervio craneal y elaborar mapas de esta distribución. Sin embargo, a diferencia de los dermatomas, hay poco solapamiento en la inervación de las zonas cutáneas inervadas por los nervios craneales.

FIBRAS SOMÁTICAS Y VISCERALES

Los tipos de fibras transportadas por los nervios craneales o espinales son los siguientes (fig. I-41):

- Fibras somáticas:
    (1) *Fibras sensitivas generales (fibras aferentes somáticas generales)*, que transmiten las sensaciones corporales al SNC; pueden ser *sensaciones exteroceptivas* de la piel (dolor, temperatura, tacto y presión) o dolorosas, y *sensaciones propioceptivas* de los músculos, tendones y articulaciones. Las sensaciones propioceptivas suelen ser subconscientes y proporcionan información sobre la posición de las articulaciones y la tensión de los tendones y músculos. Esta información se combina con la procedente del aparato vestibular del oído interno para conocer la orientación espacial del cuerpo y los miembros, independientemente de la información visual.
    (2) *Fibras motoras somáticas (fibras eferentes somáticas generales)*, que transmiten impulsos a los músculos esqueléticos (voluntarios).
- Fibras viscerales:
    (1) *Fibras sensitivas viscerales (fibras aferentes viscerales generales)*, que transmiten las *sensaciones reflejas* viscerales dolorosas o subconscientes (p. ej., información sobre distensión, gases en sangre y tensión arterial) de los órganos huecos y los vasos sanguíneos, que llegan al SNC.


Nervio trigémino (NC V)
Nervio auricular mayor (C2,3)
Nervio transverso del cuello (C2,3)
Nervios supraclaviculares (C3,4)
Nervio cutáneo lateral superior del brazo (C5,6)
Nervio cutáneo medial del brazo (C5,6)
Nervio cutáneo lateral inferior del brazo (C5,6)
Nervio cutáneo lateral del antebrazo (C5,6)
Nervio cutáneo medial del antebrazo (C8, T1)
Nervio radial (C6-8)
Nervio mediano (C6-8)
Nervio cubital (C8, T1)
Nervio cutáneo femoral lateral (L2,3)
Nervio obturador (L2-4)
Nervio femoral (L2-4)
Nervio cutáneo sural lateral (L4-S1)
Nervio peroneo superficial (L5, S1)
Nervio sural (L5-S2)
Nervio peroneo profundo (L5)
V1
V2
V3
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
C7
C8
Nervio occipital menor (C2,3)
Nervios supraclaviculares (C3,4)
Nervio cutáneo lateral superior del brazo (C5,6)
Nervio cutáneo lateral inferior del brazo (C5,6)
Nervio cutáneo posterior del brazo (C7)
Nervio cutáneo medial del brazo (C7)
Nervio cutáneo lateral del antebrazo (C5,6)
Nervio cutáneo medial del antebrazo (C8, T1)
Nervio cutáneo posterior del antebrazo (C6-8)
Nervio radial (C6-8)
Nervio cubital (C8, T1)
Nervio cutáneo femoral lateral (L2,3)
Nervio cutáneo posterior (S1-3)
Nervio safeno (L3-4)
Nervio cutáneo sural lateral (L4-S1)
Nervio cutáneo sural medial (L5-S2)
Nervio sural (L5-S2)
Ramos calcáneos del nervio sural y tibial (L5-S2)

Vista anterior **Vista posterior**

FIGURA I-38. Distribución de los nervios cutáneos periféricos. Los mapas de la distribución cutánea de los nervios periféricos se basan en disecciones y están respaldados por hallazgos clínicos.

(2) *Fibras motoras viscerales (fibras eferentes viscerales generales)*, que transmiten impulsos a los músculos lisos (involuntarios) y a los tejidos glandulares. Dos tipos de fibras, *presinápticas* y *postsinápticas*, actúan conjuntamente para conducir los impulsos del SNC a los músculos lisos o a las glándulas.

Ambos tipos de fibras sensitivas (viscerales y generales) son prolongaciones de las neuronas pseudomonopolares, cuyos cuerpos celulares se hallan fuera del SNC, en los ganglios sensitivos de los nervios espinales o craneales (figs. I-41 y I-42). Las fibras motoras de los nervios son axones de las neuronas multipolares. Los cuerpos de las neuronas motoras somáticas y presinápticas viscerales se localizan en la sustancia gris de la médula espinal. Los cuerpos de las neuronas motoras postsinápticas se hallan fuera del SNC, en los ganglios autónomos.

Además de las clases de fibras citadas, algunos nervios craneales llevan también fibras sensitivas especiales para determinados sentidos (olfato, vista, oído, equilibrio y gusto). Basándose en el origen embrionario/filogenético de ciertos músculos de la cabeza y del cuello, algunas fibras motoras conducidas por los nervios craneales a los músculos estriados se han calificado tradicionalmente como «viscerales especiales»; sin embargo, como la designación es confusa y no se aplica en clínica, aquí se omitirá. Estas fibras se designan ocasionalmente como *motoras branquiales*, como referencia al tejido muscular derivado de los arcos faríngeos embrionarios.

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y PERIFÉRICO

Lesiones del SNC

Cuando se producen lesiones en el encéfalo o en la médula espinal, en la mayoría de los casos no se recuperan los axones lesionados. Sus muñones proximales comienzan a regenerarse y enviar brotes al área lesionada; sin embargo, este crecimiento queda bloqueado por la *proliferación de astrocitos* en dicho lugar, y los brotes axonales no tardan en retraerse. A consecuencia de ello, se produce una discapacidad permanente tras la destrucción de un tracto en el SNC.

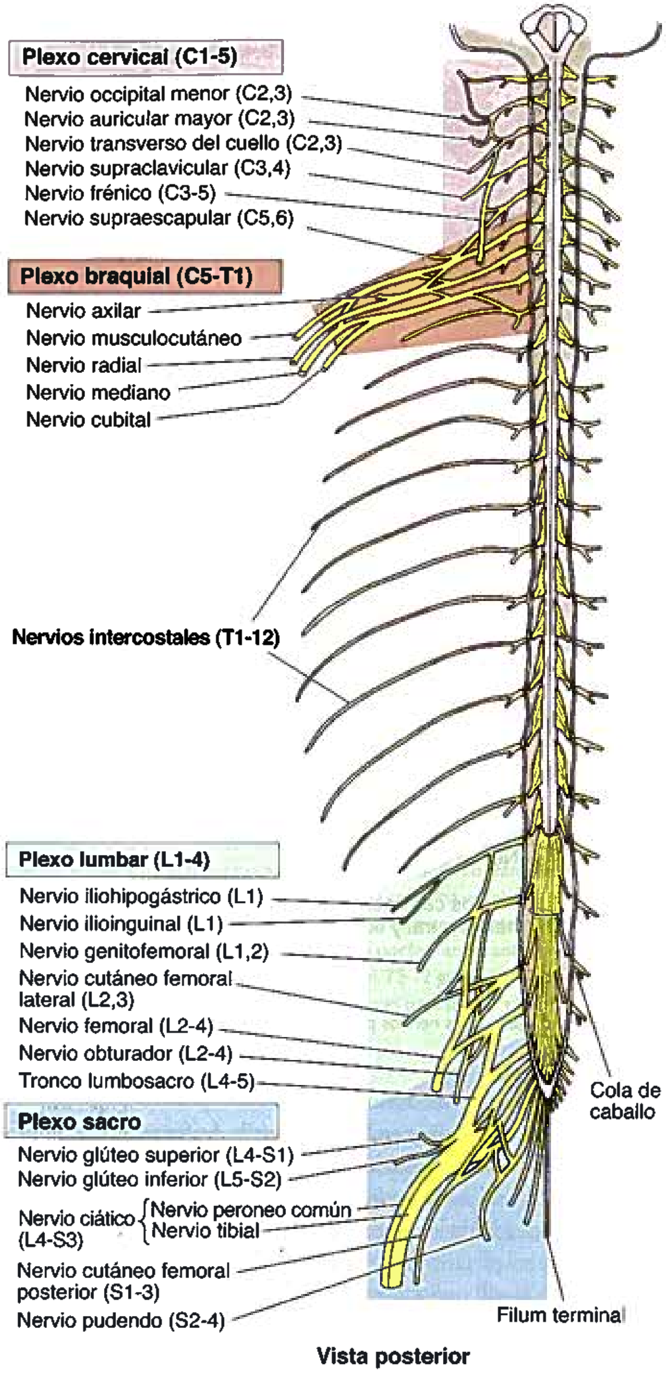

Plexo cervical (C1-5)
Nervio occipital menor (C2,3)
Nervio auricular mayor (C2,3)
Nervio transverso del cuello (C2,3)
Nervio supraclavicular (C3,4)
Nervio frénico (C3-5)
Nervio supraescapular (C5,6)
Plexo braquial (C5-T1)
Nervio axilar
Nervio musculocutáneo
Nervio radial
Nervio mediano
Nervio cubital
Nervios intercostales (T1-12)
Plexo lumbar (L1-4)
Nervio iliohipogástrico (L1)
Nervio ilioinguinal (L1)
Nervio genitofemoral (L1,2)
Nervio cutáneo femoral lateral (L2,3)
Nervio femoral (L2-4)
Nervio obturador (L2-4)
Tronco lumbosacro (L4-5)
Cola de caballo
Plexo sacro
Nervio glúteo superior (L4-S1)
Nervio glúteo inferior (L5-S2)
Nervio ciático (L4-S3)
Nervio peroneo común
Nervio tibial
Nervio cutáneo femoral posterior (S1-3)
Nervio pudendo (S2-4)
Filum terminal
Vista posterior

FIGURA I-39. Ramos anteriores de los nervios espinales y su participación en la formación de plexos. Aunque los ramos posteriores (que no se muestran) normalmente permanecen separados de los demás y siguen un patrón de distribución segmentaria diferenciado, la mayoría de los ramos anteriores (20 de los 31 pares) participan en la formación de plexos, los cuales están implicados principalmente en la inervación de los miembros. Sin embargo, los ramos anteriores que únicamente se distribuyen por el tronco, en general permanecen separados y siguen una distribución segmentaria similar a la de los ramos posteriores.

Rizotomía

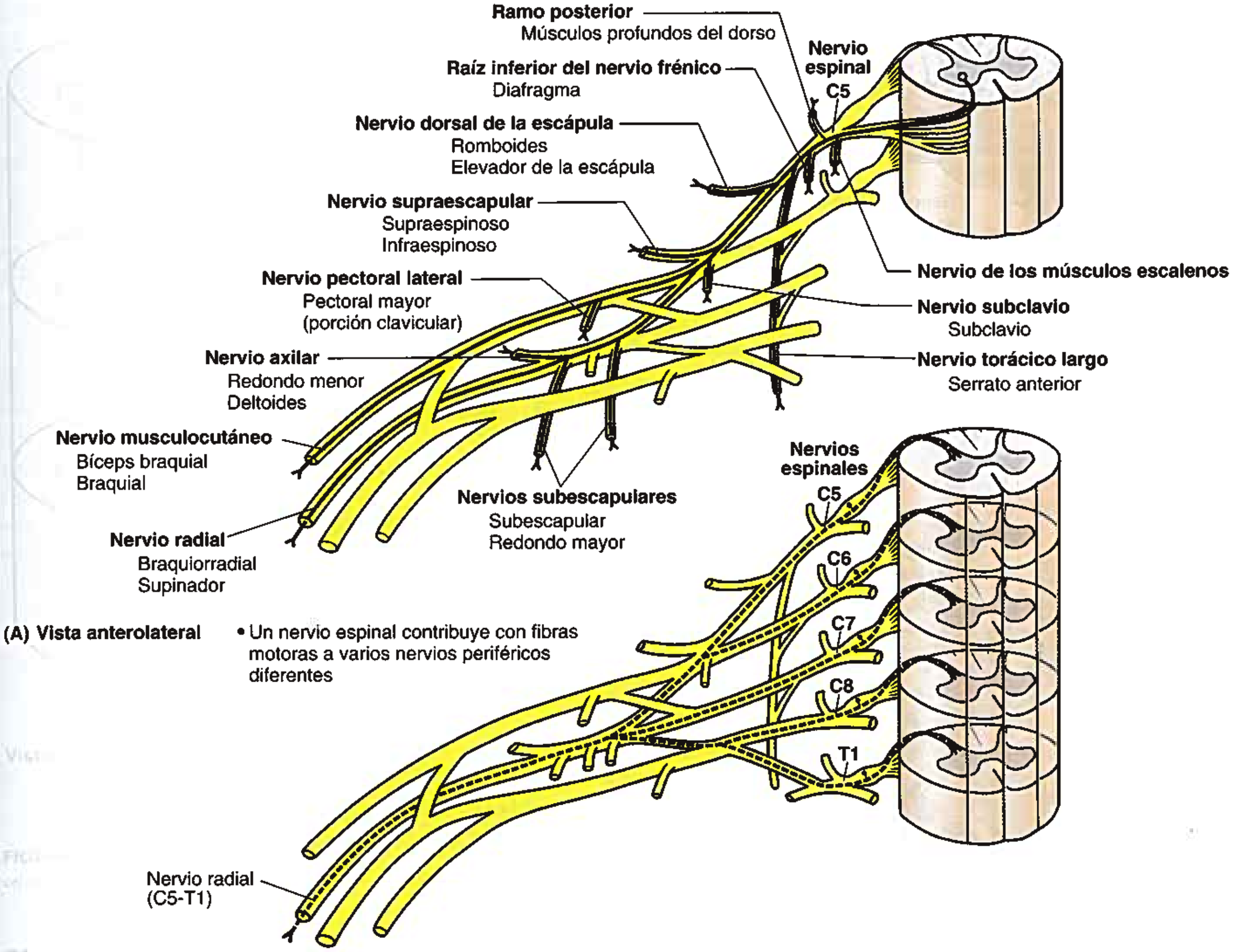
Las raíces anteriores y posteriores son los únicos lugares donde las fibras motoras y sensitivas están separadas. Por lo tanto, sólo ahí puede el cirujano seccionar selectivamente uno u otro elemento funcional para aliviar el dolor intratable o la parálisis espástica (*rizotomía*).

Degeneración e isquemia de los nervios

Las neuronas no proliferan en el sistema nervioso del adulto, a excepción de las relacionadas con el sentido del olfato, en el epitelio olfatorio. Por lo tanto, las neuronas que se destruyen por enfermedad o traumatismo no se reemplazan (Hutchins *et al.*, 2002). Al distender, aplastar o seccionar un nervio, sus axones degeneran sobre todo distalmente a la lesión, pues dependen del cuerpo celular para su supervivencia. Si los axones se lesionan pero los cuerpos celulares permanecen intactos, puede haber regeneración y recuperación funcional. Las probabilidades de supervivencia son mayores en la compresión del nervio. La presión sobre un nervio causa comúnmente **parestesias,** la sensación de pinchazos que se produce, por ejemplo, al sentarse mucho rato con las piernas cruzadas.

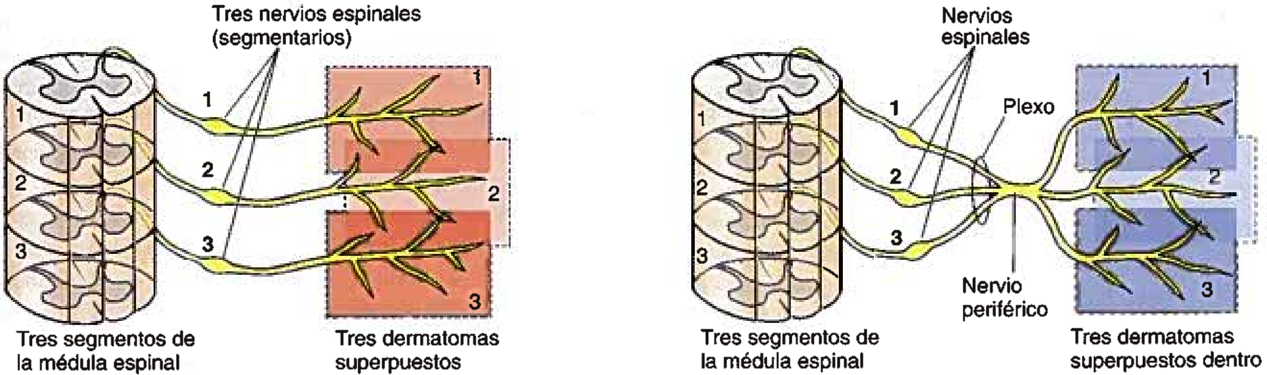
La *lesión de un nervio por aplastamiento* altera o destruye los axones distalmente al lugar de la lesión. Sin embargo, los cuerpos celulares suelen sobrevivir, y las coberturas de tejido conectivo del nervio permanecen indemnes. En este tipo de lesión no es necesaria ninguna corrección quirúrgica, pues la integridad de dichas coberturas sirve de guía para el crecimiento de los axones hasta su destino. La regeneración es menos probable en la sección del nervio, pues aunque aparecen brotes en los extremos proximales de los axones, posiblemente no lleguen hasta sus objetivos distales. La *lesión nerviosa por sección* requiere la intervención quirúrgica, pues para que se produzca la regeneración de los axones es necesaria la aposición de los extremos seccionados, mediante suturas a través del epineuro, con realineación de los haces nerviosos con la mayor exactitud posible. La *degeneración anterógrada* (*walleriana*) es la que se produce en los axones desprendidos de los cuerpos celulares. El proceso degenerativo incluye al axón y su vaina de mielina, aunque ésta no forme parte de la neurona lesionada.

La afectación de la irrigación sanguínea de un nervio por un largo período de *compresión de los vasa nervorum* (fig. I-33) puede producir también una degeneración nerviosa. La *isquemia* (insuficiente aporte sanguíneo) prolongada de un nervio puede originar una lesión no menos grave que la producida por el aplastamiento, o incluso por la sección. El síndrome del sábado por la noche, así denominado cuando un individuo con intoxicación etílica queda sin conocimiento con un miembro colgando del brazo de un sillón o del borde de la cama, es un ejemplo de parestesia más grave, a menudo permanente. Este proceso también puede ocurrir por el uso prolongado de un torniquete durante una intervención quirúrgica. Si la isquemia no es demasiado prolongada se produce un entumecimiento duradero o parestesia. Las *parestesias transitorias* son familiares para quien haya recibido la inyección de un anestésico antes de una intervención odontológica.


Ramo posterior
Músculos profundos del dorso
Raíz inferior del nervio frénico
Diafragma
Nervio dorsal de la escápula
Romboides
Elevador de la escápula
Nervio supraescapular
Supraespinoso
Infraespinoso
Nervio pectoral lateral
Pectoral mayor
(porción clavicular)
Nervio axilar
Redondo menor
Deltoides
Nervio musculocutáneo
Bíceps braquial
Braquial
Nervio radial
Braquiorradial
Supinador
Nervios subescapulares
Subescapular
Redondo mayor
Nervio espinal
C5
Nervio de los músculos escalenos
Nervio subclavio
Subclavio
Nervio torácico largo
Serrato anterior
Nervios espinales
C5
C6
C7
C8
T1
Nervio radial
(C5-T1)

(A) Vista anterolateral
- Un nervio espinal contribuye con fibras motoras a varios nervios periféricos diferentes

(B) Vista anterolateral
- Un nervio periférico recibe fibras sensitivas de varios nervios espinales diferentes


Tres nervios espinales
(segmentarios)
1
2
3
1
2
3
1
2
3
Tres segmentos de
la médula espinal
Tres dermatomas
superpuestos
Nervios
espinales
Plexo
1
2
3
1
2
3
1
2
3
Nervio
periférico
Tres segmentos de
la médula espinal
Tres dermatomas
superpuestos dentro
del área de
distribución de un
nervio periférico
(línea de puntos)

(C) Vistas posterolaterales
- Inervación segmentaria de la piel a partir de tres nervios espinales separados (como en la piel del tronco)
- Inervación de la piel a partir de tres nervios que se combinan en un nervio periférico mediante la formación del plexo (como en la piel de los miembros)

FIGURA I-40. Formación de los plexos. Los ramos anteriores adyacentes se unen para formar plexos en los cuales sus fibras se intercambian y se redistribuyen, formando nuevos grupos de nervios multisegmentarios periféricos. **A.** Las fibras de un único nervio espinal que entran en el plexo se distribuyen en múltiples ramos de éste. **B.** Los nervios periféricos derivados del plexo contienen fibras de múltiples nervios espinales. **C.** Aunque los nervios segmentarios se unen y pierden su identidad cuando la formación del plexo da como resultado nervios periféricos multisegmentarios, se mantiene el patrón segmentario (dermatoma) de la distribución de las fibras nerviosas.

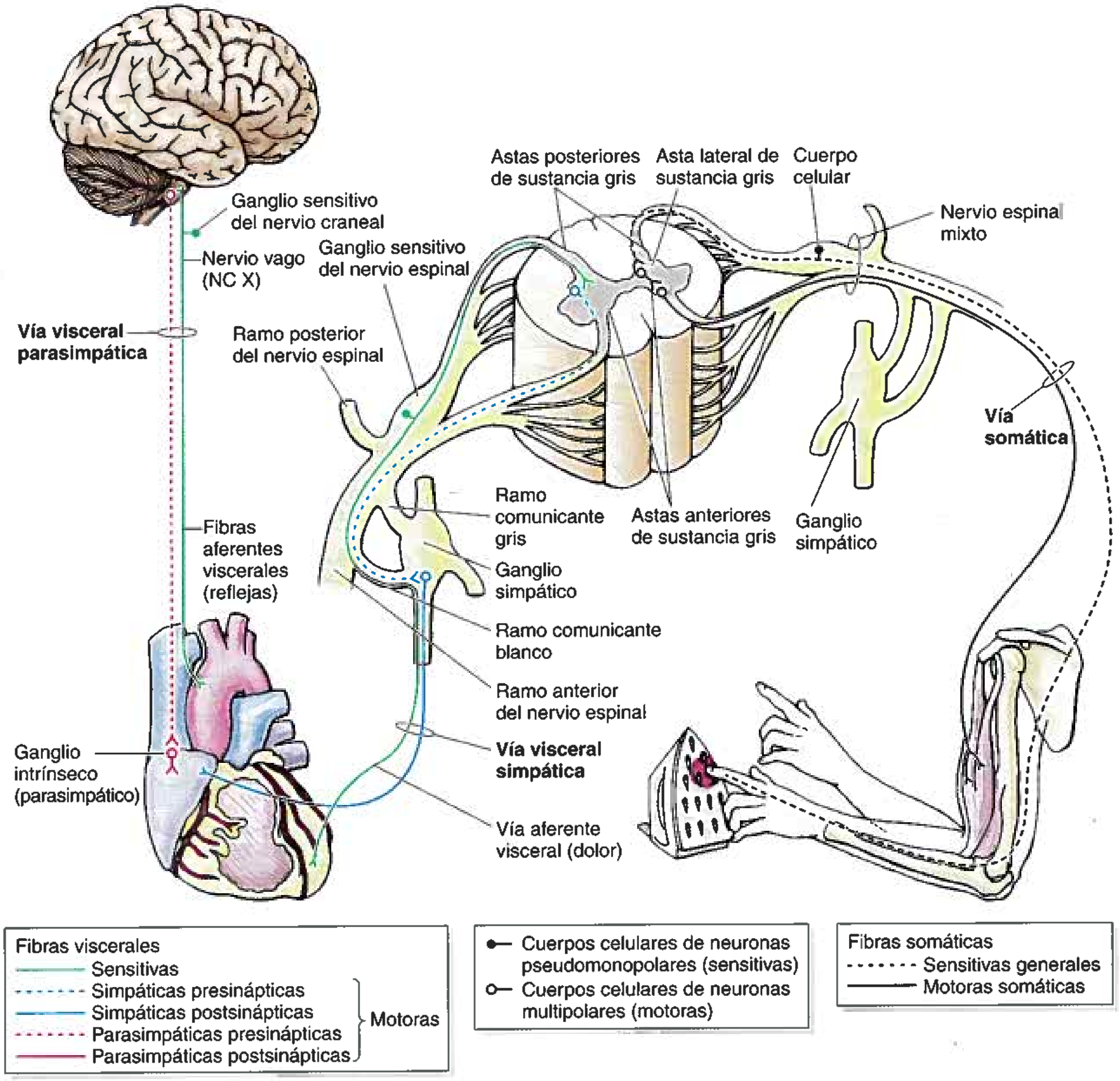

Astas posteriores de sustancia gris
Asta lateral de sustancia gris
Cuerpo celular
Ganglio sensitivo del nervio craneal
Nervio espinal mixto
Nervio vago (NC X)
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Vía visceral parasimpática
Ramo posterior del nervio espinal
Vía somática
Ramo comunicante gris
Astas anteriores de sustancia gris
Ganglio simpático
Fibras aferentes viscerales (reflejas)
Ganglio simpático
Ramo comunicante blanco
Ramo anterior del nervio espinal
Ganglio intrínseco (parasimpático)
Vía visceral simpática
Vía aferente visceral (dolor)
Fibras viscerales
Sensitivas
Simpáticas presinápticas
Simpáticas postsinápticas
Parasimpáticas presinápticas
Parasimpáticas postsinápticas
Motoras
Cuerpos celulares de neuronas pseudomonopolares (sensitivas)
Cuerpos celulares de neuronas multipolares (motoras)
Fibras somáticas
Sensitivas generales
Motoras somáticas

FIGURA I-41. Inervación somática y visceral a través de los nervios espinales, esplácnicos y craneales. El sistema motor somático permite movimientos voluntarios y reflejos causados por la contracción de los músculos esqueléticos, tal y como sucede cuando tocamos una plancha caliente.

Puntos fundamentales

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y PERIFÉRICO

El sistema nervioso puede dividirse funcionalmente en sistema nervioso central (SNC), compuesto por el encéfalo y la médula espinal, y sistema nervioso periférico (SNP), que consta de las fibras nerviosas y sus cuerpos celulares, situados fuera del SNC. ♦ Las neuronas son las unidades funcionales del sistema nervioso. Están compuestas por el cuerpo celular, las dendritas y el axón. ♦ Los axones neuronales (fibras nerviosas) transmiten los impulsos a otras neuronas, o a un órgano o músculo dianas; en el caso de los nervios sensitivos, transmiten los impulsos al SNC procedentes de los órganos sensitivos periféricos. ♦ La neuroglia está constituida por células de sostén del sistema nervioso, no neuronales. ♦ Dentro del SNC, un acúmulo de cuerpos de neuronas se denomina un núcleo; en el SNP, este acúmulo (o incluso cuerpos celulares solitarios) constituye un ganglio. ♦ En el SNC, un haz de fibras nerviosas que conecta los núcleos se denomina un tracto; en el SNP, un haz de fibras nerviosas, el tejido conectivo que las engloba y mantiene unidas, y los vasos sanguíneos que las irrigan (vasa nervorum) constituyen un nervio. ♦ Los nervios que salen del cráneo son los nervios craneales; los que salen de la columna vertebral (antiguamente, la espina) son los nervios espinales. ♦ Aunque algunos nervios craneales conducen un solo tipo de fibras, la mayoría transporta una diversidad de fibras viscerales o somáticas, y sensitivas o motoras.

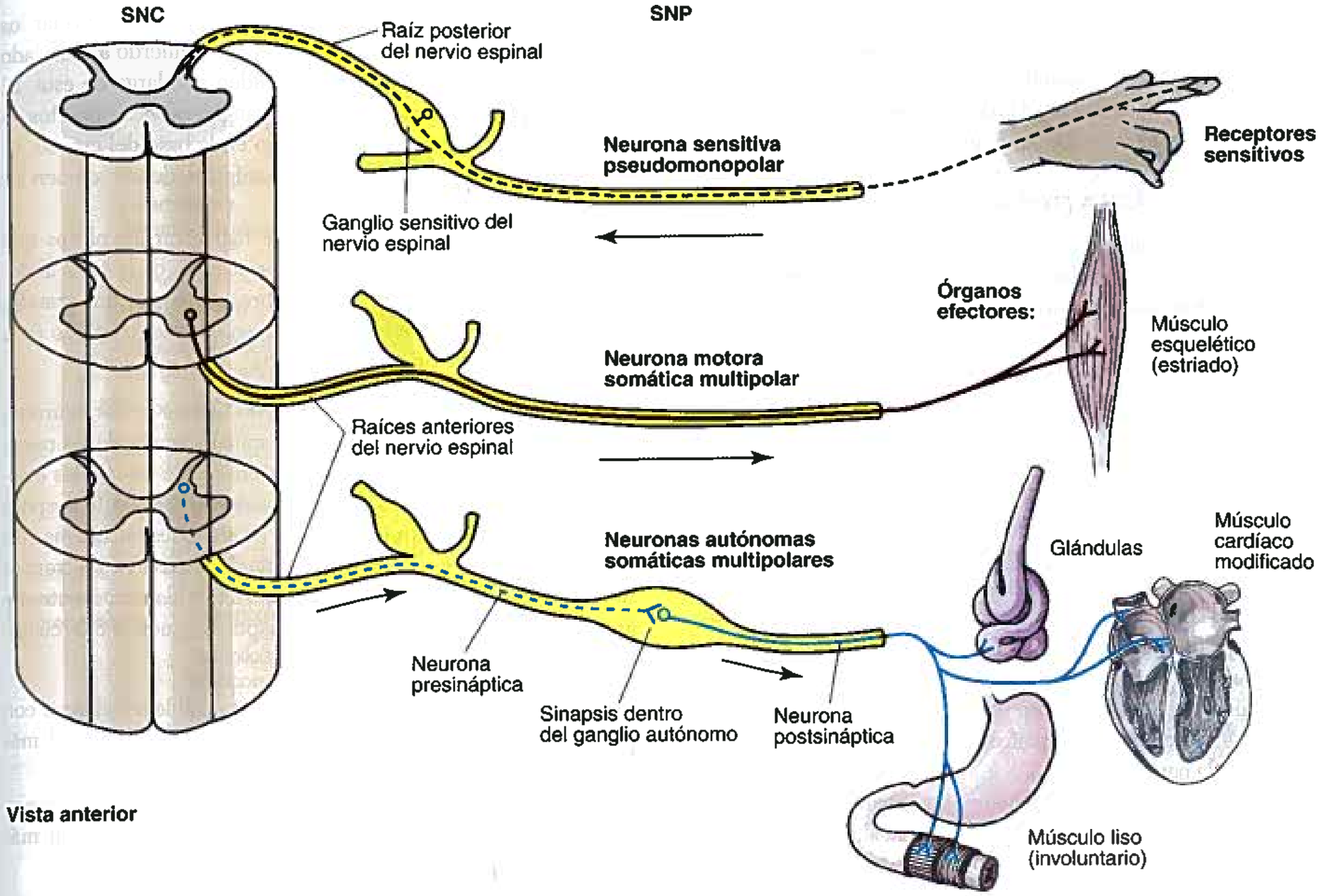

SNC
SNP
Raíz posterior del nervio espinal
Neurona sensitiva pseudomonopolar
Receptores sensitivos
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Órganos efectores:
Músculo esquelético (estriado)
Neurona motora somática multipolar
Raíces anteriores del nervio espinal
Glándulas
Músculo cardíaco modificado
Neuronas autónomas somáticas multipolares
Neurona presináptica
Sinapsis dentro del ganglio autónomo
Neurona postsináptica
Músculo liso (involuntario)
Vista anterior

FIGURA I-42. **Neuronas del SNP.** Obsérvense los tipos de neuronas implicadas en los sistemas somático y visceral, las localizaciones generales de sus cuerpos celulares en relación con el SNC, y sus efectores y órganos receptores.

Sistema nervioso somático

El sistema nervioso somático está compuesto por las porciones somáticas del SNC y el SNP. Proporciona inervación sensitiva y motora a todas las partes del cuerpo (del griego *soma*), excepto a las vísceras de las cavidades corporales, el músculo liso y las glándulas (figs. I-41 y I-42). El **sistema somático sensitivo** transmite las sensaciones de dolor, temperatura y posición desde los receptores sensitivos. La mayoría de estas sensaciones alcanzan niveles conscientes (es decir, las notamos). El **sistema somático motor** inerva sólo los músculos esqueléticos, con estimulación de los movimientos voluntarios y reflejos, mediante una contracción muscular como ocurre en respuesta, por ejemplo, a tocar una plancha caliente.

Sistema nervioso autónomo

El **sistema nervioso autónomo** (SNA), denominado clásicamente *sistema nervioso visceral* o *sistema motor visceral* (figs. I-41 y I-42), se compone de fibras motoras que estimulan el músculo liso (involuntario), el músculo cardíaco modificado (estimulación intrínseca y tejido de conducción cardíaco) y las células glandulares (secretoras). Sin embargo, las fibras eferentes viscerales del SNA van acompañadas de fibras aferentes viscerales. Como componente aferente de los reflejos autónomos y por conducir los impulsos del dolor visceral, estas fibras aferentes viscerales también desempeñan un papel regulador de la función visceral.

Las fibras nerviosas eferentes y los ganglios del SNA están organizados en dos sistemas o divisiones: la *división simpática* (*toracolumbar*) y la *división parasimpática* (*craneosacra*). A diferencia de las inervaciones sensitiva y motora somática, en las cuales interviene una sola neurona en el paso de los impulsos entre el SNC y las terminaciones sensitivas o el órgano efector, en ambas divisiones del SNA interviene una serie de dos *neuronas multipolares* para conducir los impulsos desde el SNC al órgano efector (figura I-42). El cuerpo celular de la primera *neurona presináptica* (*preganglionar*) está localizado en la sustancia gris del SNC. Su fibra (axón) establece sinapsis sólo en el cuerpo celular de una *neurona postsináptica* (*posganglionar*), la segunda neurona de la serie. Los cuerpos celulares de estas segundas neuronas se hallan fuera del SNC, en los ganglios autónomos, con fibras que finalizan en el órgano efector (músculo liso, músculo cardíaco modificado o glándulas).

La distinción anatómica entre las divisiones simpática y parasimpática del SNA se basa principalmente en:

1. La localización de los cuerpos celulares presinápticos.
2. La identidad de los nervios que conducen las fibras presinápticas desde el SNC.

Una distinción funcional de importancia farmacológica para la práctica médica consiste en que las neuronas postsinápticas de las dos divisiones liberan generalmente diferentes sustancias neurotransmisoras: *noradrenalina* en la división simpática (excepto en las glándulas sudoríparas) y *acetilcolina* en la división parasimpática.

DIVISIÓN SIMPÁTICA (TORACOLUMBAR) DEL SNA

Los cuerpos celulares de las neuronas presinápticas de la división simpática del SNA se hallan en un solo lugar: las **columnas celulares** o **núcleos intermediolaterales** (IML) de la médula espinal (fig. I-43). Los núcleos IML pares (derecho e izquierdo) forman parte de la sustancia gris de los segmentos torácicos (T1-12) y lumbares altos (L1-2 o 3) de la médula espinal (de aquí la denominación alternativa «toracolumbar» para esta división). En los cortes transversales de esta parte de la médula espinal, los núcleos IML aparecen como pequeñas astas laterales en la H que forma la sustancia gris, como una prolongación de la barra transversal de la H entre las astas posterior y anterior. Los núcleos IML se hallan organizados *somatotópicamente* (es decir, dispuestos de tal modo que los cuerpos celulares que intervienen en la inervación de la cabeza están situados en la parte superior, y los que se ocupan de inervar las vísceras pelvianas y los miembros inferiores se localizan en la parte inferior). De este modo, es posible deducir la localización de los cuerpos celulares simpáticos presinápticos que inervan una determinada parte del cuerpo.

Los cuerpos celulares de las neuronas postsinápticas del sistema nervioso simpático se encuentran en dos localizaciones, los ganglios paravertebrales y prevertebrales (fig. I-44):

- Los **ganglios paravertebrales** están unidos para formar los *troncos (cadenas) simpáticos* derecho e izquierdo a cada lado de la columna vertebral y se extienden a lo largo de ésta. El *ganglio paravertebral superior* (el ganglio cervical superior de cada tronco simpático) está situado en la base del cráneo. El *ganglio impar* se forma en la parte inferior, donde se unen los dos troncos a nivel del cóccix.
- Los **ganglios prevertebrales** se hallan en los plexos que rodean los orígenes de las ramas principales de la aorta abdominal (de las que toman su nombre), como los dos grandes *ganglios celíacos* que rodean el origen del *tronco celíaco* (una arteria principal que nace de la aorta).

Debido a que son fibras motoras, los axones de las neuronas presinápticas abandonan la médula espinal a través de las raíces anteriores y penetran en los ramos anteriores de los nervios espinales T1-L2 o 3 (figs. I-45 y I-46). Casi inmediatamente después de penetrar, todas las fibras simpáticas presinápticas abandonan los ramos anteriores de estos nervios espinales y pasan a los troncos simpáticos a través de los *ramos comunicantes blancos*. Dentro de los troncos simpáticos, las fibras presinápticas siguen uno de cuatro recorridos posibles:

- Ascienden en el tronco simpático para establecer sinapsis con una neurona postsináptica de un ganglio paravertebral más superior.
- Descienden en el tronco simpático para establecer sinapsis con una neurona postsináptica de un ganglio paravertebral más inferior.

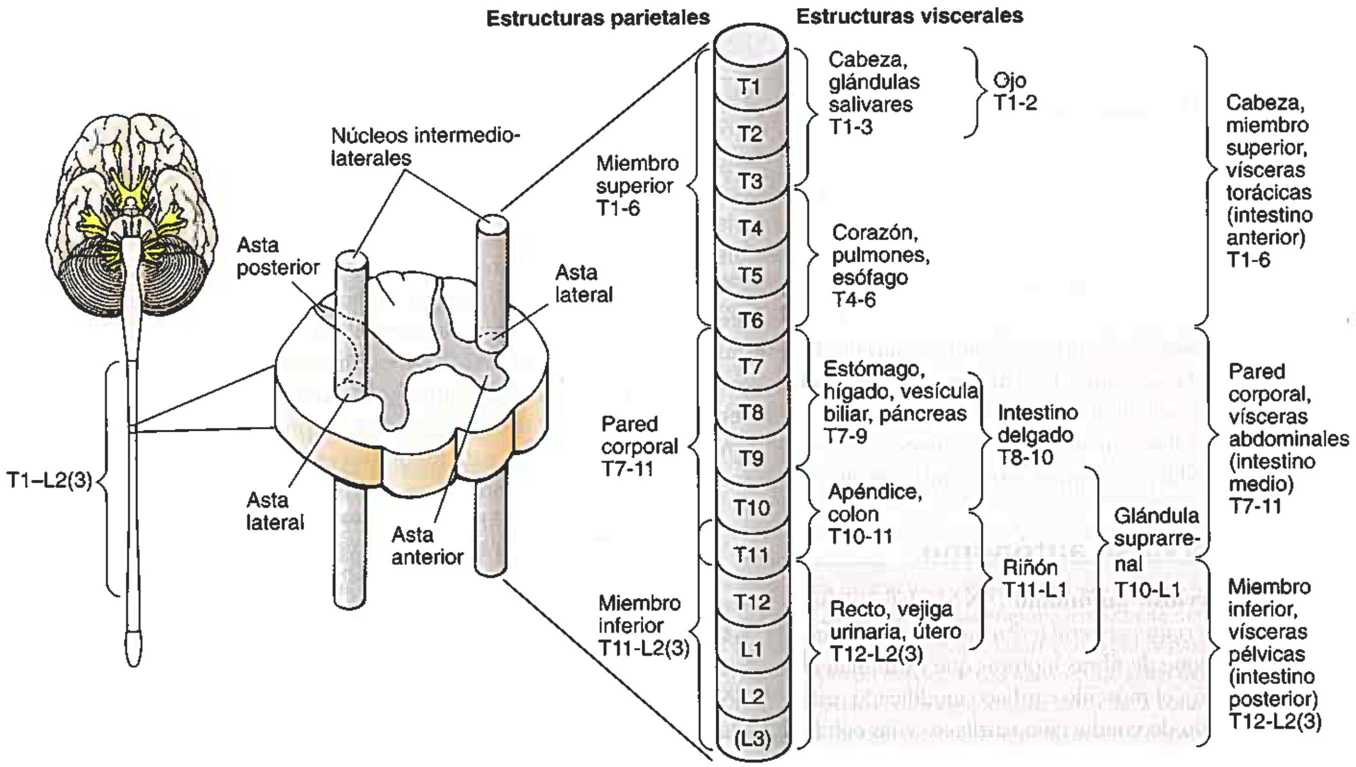
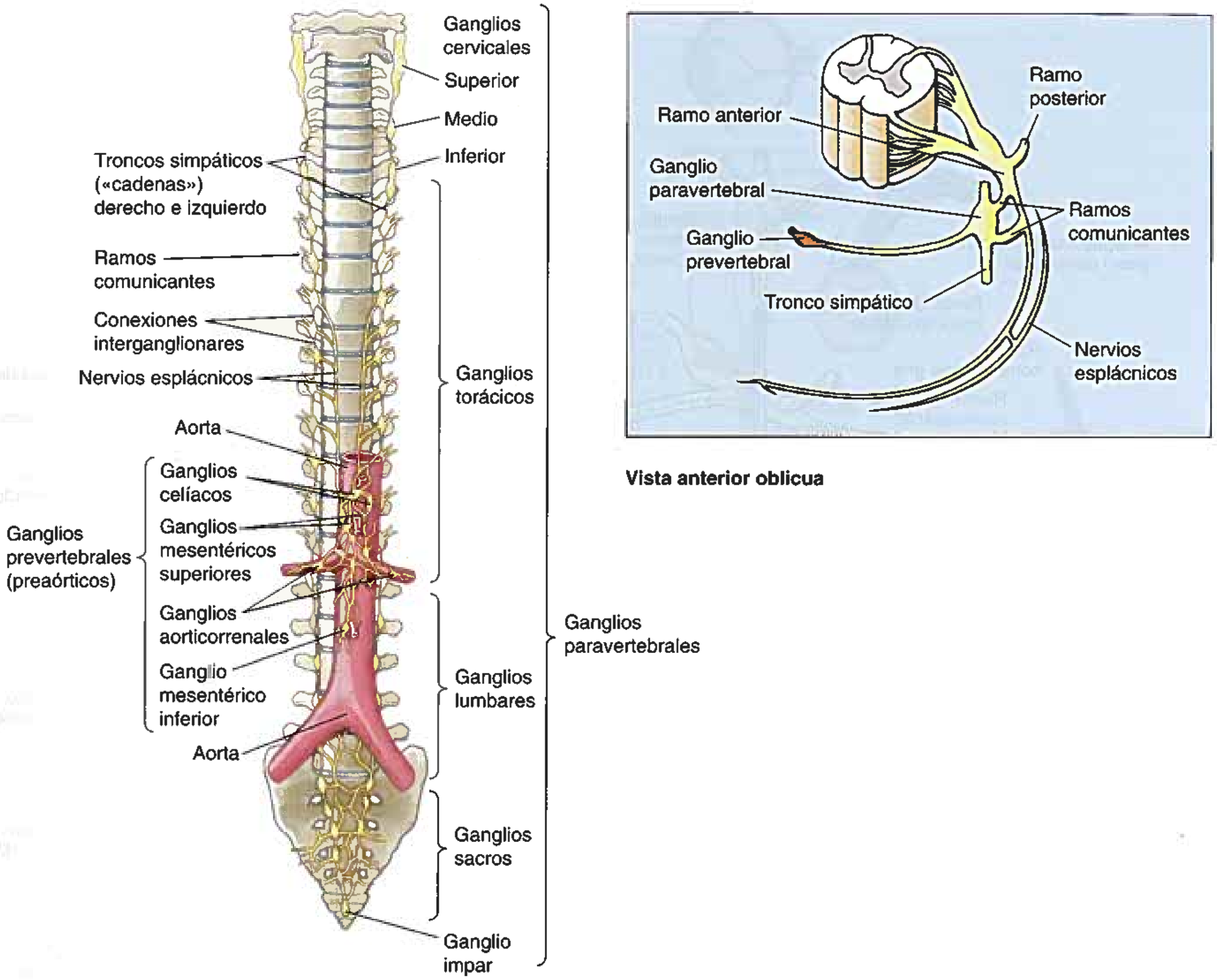

Estructuras parietales
Estructuras viscerales
Núcleos intermedio-laterales
Asta posterior
Asta lateral
Asta lateral
Asta anterior
T1–L2(3)
Miembro superior T1-6
Pared corporal T7-11
Miembro inferior T11-L2(3)
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
(L3)
Cabeza, glándulas salivares T1-3
Ojo T1-2
Corazón, pulmones, esófago T4-6
Estómago, hígado, vesícula biliar, páncreas T7-9
Intestino delgado T8-10
Apéndice, colon T10-11
Riñón T11-L1
Glándula suprarrenal T10-L1
Recto, vejiga urinaria, útero T12-L2(3)
Cabeza, miembro superior, vísceras torácicas (intestino anterior) T1-6
Pared corporal, vísceras abdominales (intestino medio) T7-11
Miembro inferior, vísceras pélvicas (intestino posterior) T12-L2(3)

FIGURA I-43. Núcleos intermediolaterales. Cada núcleo IML constituye el asta lateral de sustancia gris de los segmentos medulares T1-L2 o L3, y está formado por los cuerpos celulares de las neuronas presinápticas del SNA, que se disponen somatotópicamente.


Ganglios cervicales
Superior
Medio
Inferior
Troncos simpáticos («cadenas») derecho e izquierdo
Ramos comunicantes
Conexiones interganglionares
Nervios esplácnicos
Aorta
Ganglios celíacos
Ganglios mesentéricos superiores
Ganglios prevertebrales (preaórticos)
Ganglios aorticorrenales
Ganglio mesentérico inferior
Aorta
Ganglios torácicos
Ganglios lumbares
Ganglios sacros
Ganglio impar
Ganglios paravertebrales
Ramo anterior
Ramo posterior
Ganglio paravertebral
Ramos comunicantes
Ganglio prevertebral
Tronco simpático
Nervios esplácnicos

Vista anterior

Vista anterior oblicua

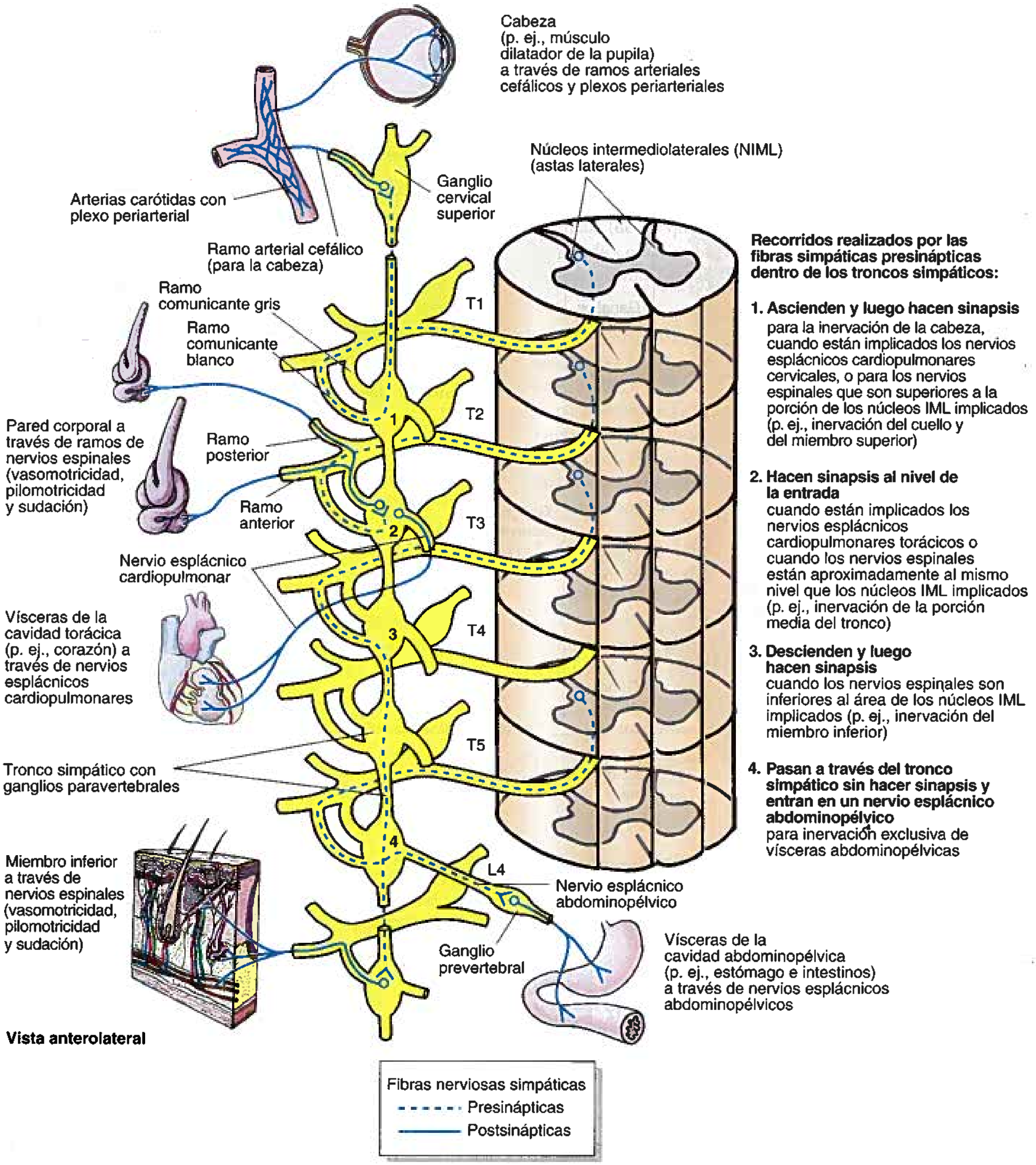
FIGURA I-44. Ganglios del sistema nervioso simpático. En el sistema nervioso simpático, los cuerpos celulares de las neuronas postsinápticas se encuentran en los ganglios paravertebrales de los troncos simpáticos o en los ganglios prevertebrales que se sitúan fundamentalmente rodeando los orígenes de las ramas principales de la aorta abdominal. Los ganglios prevertebrales están específicamente implicados en la inervación de las vísceras abdominopélvicas. Los cuerpos celulares de las neuronas postsinápticas distribuidas por el resto del cuerpo se encuentran en los ganglios paravertebrales.

- Entran y establecen sinapsis inmediatamente con una neurona postsináptica del ganglio paravertebral situado a ese nivel.
- Pasan a través del tronco simpático sin establecer sinapsis y siguen por un nervio esplácnico abdominopélvico (un ramo del tronco que interviene en la inervación de las vísceras abdominopélvicas) para alcanzar los ganglios prevertebrales.

Las *fibras simpáticas presinápticas* que proporcionan inervación autónoma a la cabeza, el cuello, la pared corporal, los miembros y la cavidad torácica, siguen una de las tres primeras vías y establecen sinapsis con los ganglios paravertebrales. Las fibras simpáticas presinápticas que inervan las vísceras de la cavidad abdominopélvica siguen la cuarta vía.

Las *fibras simpáticas postsinápticas* superan en gran número a las presinápticas: cada fibra simpática presináptica establece sinapsis con 30 o más fibras postsinápticas. Las fibras simpáticas postsinápticas que se distribuyen por el cuello, la pared corporal y los miembros, pasan desde los ganglios paravertebrales de los troncos simpáticos a los ramos anteriores adyacentes de los nervios espinales, a través de los ramos comunicantes grises (fig. I-46). Por este medio penetran en todos los ramos de los 31 pares de nervios espinales, incluidos los ramos posteriores.

Las fibras simpáticas postsinápticas estimulan la contracción de los vasos sanguíneos (*vasomotricidad*) y los músculos erectores del pelo (*pilomotricidad*, «piel de gallina»); además, provocan la sudación. Todas las fibras simpáticas postsinápticas


Cabeza
(p. ej., músculo dilatador de la pupila) a través de ramos arteriales cefálicos y plexos periarteriales
Núcleos intermediolaterales (NIML) (astas laterales)
Ganglio cervical superior
Arterias carótidas con plexo periarterial
Ramo arterial cefálico (para la cabeza)
Ramo comunicante gris
Ramo comunicante blanco
T1
T2
T3
T4
T5
L4
1
2
3
4
Pared corporal a través de ramos de nervios espinales (vasomotricidad, pilomotricidad y sudación)
Ramo posterior
Ramo anterior
Nervio esplácnico cardiopulmonar
Vísceras de la cavidad torácica (p. ej., corazón) a través de nervios esplácnicos cardiopulmonares
Tronco simpático con ganglios paravertebrales
Miembro inferior a través de nervios espinales (vasomotricidad, pilomotricidad y sudación)
Nervio esplácnico abdominopélvico
Ganglio prevertebral
Vísceras de la cavidad abdominopélvica (p. ej., estómago e intestinos) a través de nervios esplácnicos abdominopélvicos
Vista anterolateral
Fibras nerviosas simpáticas
Presinápticas
Postsinápticas

Recorridos realizados por las fibras simpáticas presinápticas dentro de los troncos simpáticos:

1. **Ascienden y luego hacen sinapsis** para la inervación de la cabeza, cuando están implicados los nervios esplácnicos cardiopulmonares cervicales, o para los nervios espinales que son superiores a la porción de los núcleos IML implicados (p. ej., inervación del cuello y del miembro superior)
2. **Hacen sinapsis al nivel de la entrada** cuando están implicados los nervios esplácnicos cardiopulmonares torácicos o cuando los nervios espinales están aproximadamente al mismo nivel que los núcleos IML implicados (p. ej., inervación de la porción media del tronco)
3. **Descienden y luego hacen sinapsis** cuando los nervios espinales son inferiores al área de los núcleos IML implicados (p. ej., inervación del miembro inferior)
4. **Pasan a través del tronco simpático sin hacer sinapsis y entran en un nervio esplácnico abdominopélvico** para inervación exclusiva de vísceras abdominopélvicas

FIGURA I-45. Recorridos de las fibras motoras simpáticas. Todas las fibras presinápticas siguen el mismo recorrido hasta alcanzar los troncos simpáticos. En los troncos, siguen una de cuatro posibles vías. Las fibras implicadas en la inervación simpática de la pared del cuerpo, de los miembros y de las vísceras situados por encima del diafragma siguen los pasos 1-3 hasta hacer sinapsis en los ganglios paravertebrales de los troncos simpáticos. Las fibras implicadas en la inervación de las vísceras abdominopélvicas siguen el paso 4 hasta el ganglio prevertebral a través de los nervios esplácnicos abdominopélvicos.

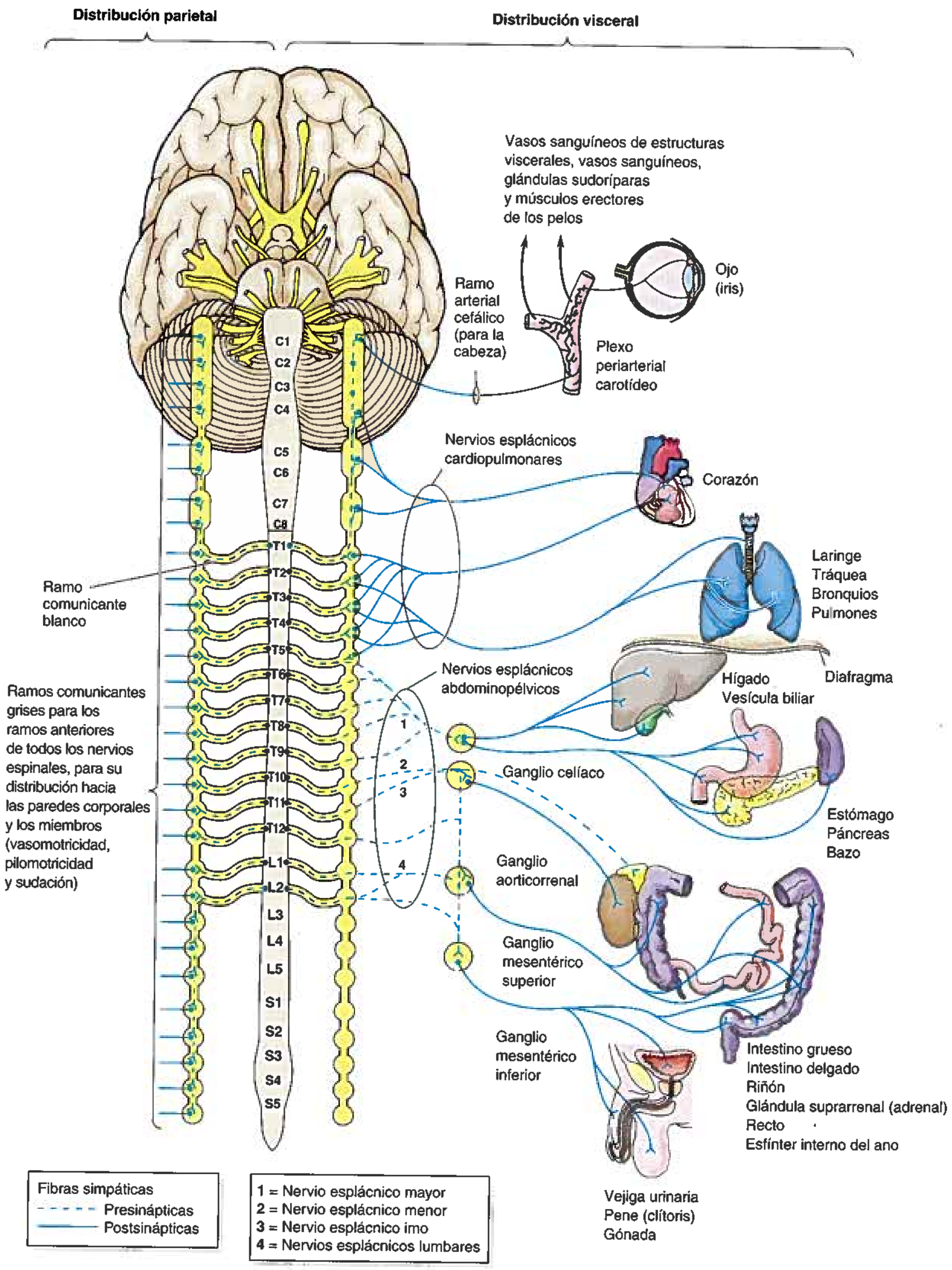

Distribución parietal
Distribución visceral
Vasos sanguíneos de estructuras viscerales, vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos erectores de los pelos
Ojo (iris)
Ramo arterial cefálico (para la cabeza)
Plexo periarterial carotídeo
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Nervios esplácnicos cardiopulmonares
Corazón
Laringe
Tráquea
Bronquios
Pulmones
Ramo comunicante blanco
Diafragma
Nervios esplácnicos abdominopélvicos
Hígado
Vesícula biliar
Ramos comunicantes grises para los ramos anteriores de todos los nervios espinales, para su distribución hacia las paredes corporales y los miembros (vasomotricidad, pilomotricidad y sudación)
1
2
3
4
Ganglio celíaco
Estómago
Páncreas
Bazo
Ganglio aorticorrenal
Ganglio mesentérico superior
Ganglio mesentérico inferior
Intestino grueso
Intestino delgado
Riñón
Glándula suprarrenal (adrenal)
Recto
Esfínter interno del ano
Vejiga urinaria
Pene (clítoris)
Gónada
Fibras simpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
1 = Nervio esplácnico mayor
2 = Nervio esplácnico menor
3 = Nervio esplácnico imo
4 = Nervios esplácnicos lumbares

FIGURA I-46. División simpática (toracolumbar) del SNA. Las fibras simpáticas postsinápticas salen de los troncos simpáticos de diferentes maneras, dependiendo de su destino: las destinadas a la distribución parietal dentro del cuello, la pared corporal y los miembros pasan desde los troncos simpáticos hacia los ramos anteriores adyacentes de todos los nervios espinales a través de ramos comunicantes grises; las destinadas a la cabeza pasan desde los ganglios cervicales a través de ramos arteriales cefálicos para formar un plexo periarterial carotídeo, y las destinadas a las vísceras de la cavidad torácica (p. ej., el corazón) pasan a través de los nervios esplácnicos cardiopulmonares. Las fibras simpáticas presinápticas implicadas en la inervación de las vísceras de la cavidad abdominopélvica (p. ej., el estómago) pasan a través de los troncos simpáticos hacia los ganglios prevertebrales por los nervios esplácnicos abdominopélvicos. Las fibras postsinápticas procedentes de los ganglios prevertebrales forman plexos periarteriales, los cuales siguen las ramas de la aorta abdominal hasta alcanzar su destino.

que realizan estas funciones en la cabeza (más la inervación del músculo dilatador del iris) tienen sus cuerpos celulares en al *ganglio cervical superior*, situado en el extremo superior del tronco simpático. Desde dicho ganglio, pasan a través de una rama arterial cefálica para formar plexos nerviosos periarteriales que siguen las ramas de las arterias carótidas, o pasan directamente a los nervios craneales próximos, para alcanzar su punto de destino en la cabeza (Maklad *et al.*, 2001).

Los nervios esplácnicos llevan fibras eferentes (autónomas) y aferentes viscerales hacia y desde las vísceras de las cavidades corporales. Las fibras simpáticas postsinápticas destinadas a las vísceras de la cavidad torácica (p. ej., corazón, pulmones y esófago) pasan a través de los *nervios esplácnicos cardiopulmonares* y penetran en los plexos cardíaco, pulmonar y esofágico (figs. I-45 y I-46). Las fibras simpáticas presinápticas que inervan las vísceras de la cavidad abdominopélvica (p. ej., estómago e intestinos) pasan a los ganglios prevertebrales a través de los nervios esplácnicos abdominopélvicos (que componen los nervios esplácnicos torácicos mayor, menor, imo y esplácnicos lumbares) (figs. I-45 a I-47). Todas las fibras simpáticas presinápticas de los *nervios esplácnicos abdominopélvicos*, excepto los que inervan las glándulas suprarrenales, establecen sinapsis en ganglios prevertebrales. Las fibras postsinápticas de los ganglios prevertebrales forman plexos periarteriales que siguen las ramas de la aorta abdominal para alcanzar sus puntos de destino.

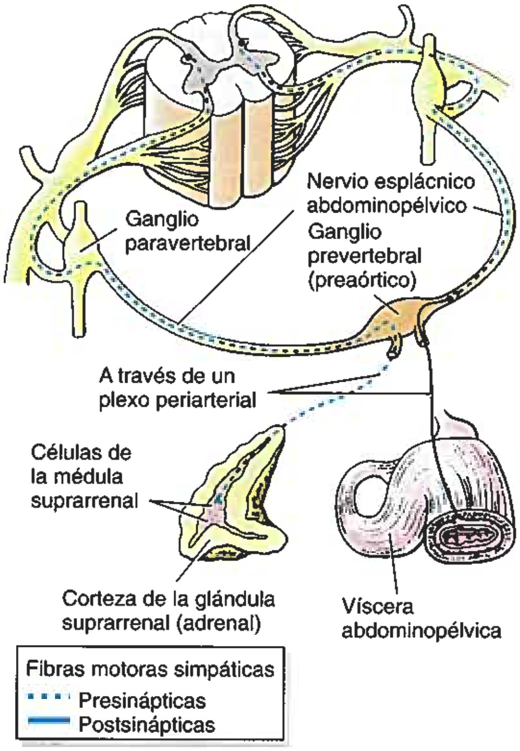

Nervio esplácnico abdominopélvico
Ganglio paravertebral
Ganglio prevertebral (preaórtico)
A través de un plexo periarterial
Células de la médula suprarrenal
Corteza de la glándula suprarrenal (adrenal)
Víscera abdominopélvica
Fibras motoras simpáticas
··· Presinápticas
— Postsinápticas

FIGURA I-47. Inervación simpática de la médula de la glándula suprarrenal. La inervación simpática de la glándula suprarrenal es excepcional. Las células secretoras de la médula son neuronas simpáticas postsinápticas que carecen de axones y dendritas. Por lo tanto, la médula suprarrenal está inervada directamente por neuronas simpáticas presinápticas. Los neurotransmisores producidos por las células medulares se liberan en el torrente sanguíneo para producir una respuesta simpática generalizada.

Algunas fibras simpáticas presinápticas pasan a través de los ganglios prevertebrales celíacos sin establecer sinapsis y siguen para terminar directamente en las células de la médula suprarrenal (fig. I-47). Estas células actúan como un tipo especial de neurona postsináptica que, en vez de liberar su sustancia neurotransmisora sobre las células de un determinado órgano efector, la liberan al torrente sanguíneo para que circule por todo el cuerpo y produzca una respuesta simpática generalizada. Por lo tanto, la inervación simpática de esta glándula es excepcional.

Como hemos descrito anteriormente, las fibras simpáticas postsinápticas son componentes de prácticamente todos los ramos de los nervios espinales. Por este medio, y por vía de los plexos periarteriales, se extienden e inervan todos los vasos sanguíneos del organismo (la función primaria del sistema nervioso simpático), así como las glándulas sudoríparas, los músculos erectores del pelo y las estructuras viscerales. De este modo, el sistema nervioso simpático llega prácticamente a todas las partes del cuerpo, con la rara excepción de ciertos tejidos avasculares como el cartílago y las uñas. Debido a que las dos series de ganglios simpáticos (paravertebrales y prevertebrales) están situadas centralmente en el organismo y próximas a la línea media (y por lo tanto relativamente cercanas a la médula espinal), las fibras presinápticas de esta división son relativamente cortas, mientras que las fibras postsinápticas son relativamente largas, al llegar a todas las partes del cuerpo.

DIVISIÓN PARASIMPÁTICA (CRANEOSACRA) DEL SNA

Los cuerpos de las neuronas parasimpáticas presinápticas están situados en dos partes del SNC, y sus fibras salen por dos vías. Esta disposición es la causa de la denominación alternativa «craneosacra» para referirse a la división parasimpática del SNA (fig. I-48):

- En la sustancia gris del tronco del encéfalo, las fibras salen del SNC dentro de los nervios craneales III, VII, IX y X; estas fibras constituyen la *eferencia parasimpática craneal.*
- En la sustancia gris de los segmentos sacros de la médula espinal (S2-4), las fibras salen del SNC a través de las raíces anteriores de los nervios espinales sacros S2-4 y los nervios esplácnicos pélvicos que se originan de sus ramos anteriores; estas fibras constituyen la *eferencia parasimpática sacra.*

Como es de esperar, la eferencia craneal proporciona inervación parasimpática a la cabeza, y la eferencia sacra a las vísceras pélvicas. Sin embargo, en términos de inervación de las vísceras torácicas y abdominales domina la eferencia craneal a través del nervio vago (NC X). Éste proporciona inervación para todas las vísceras torácicas y la mayoría del tracto gastrointestinal desde el esófago hasta la mayor parte del intestino grueso (hasta su flexura cólica izquierda).

La eferencia sacra para el tracto gastrointestinal inerva sólo el colon descendente y sigmoide y el recto.

Sin tener en cuenta la extensa influencia de su eferencia craneal, el sistema parasimpático está mucho más restringido en su

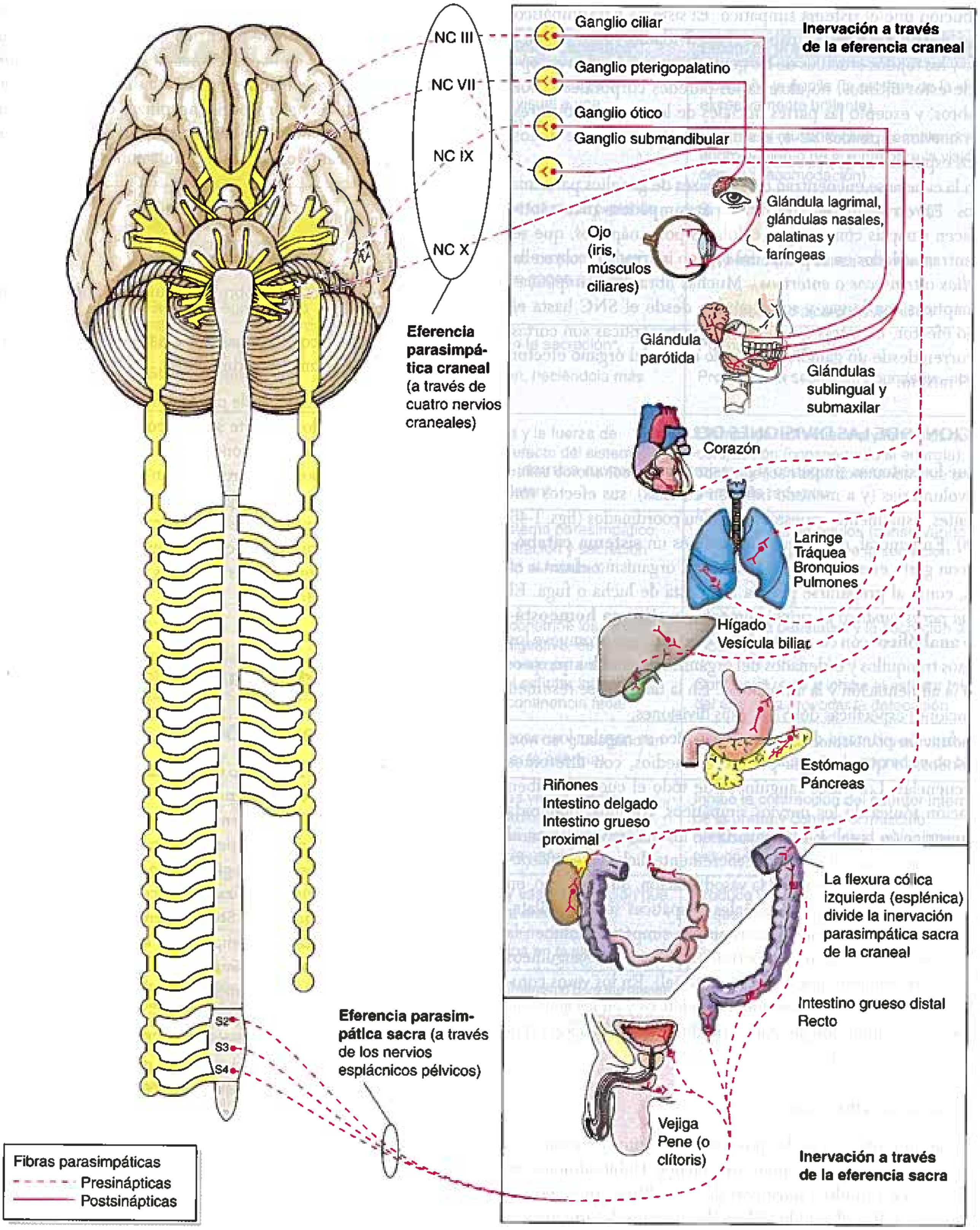

NC III
NC VII
NC IX
NC X
Ganglio ciliar
Ganglio pterigopalatino
Ganglio ótico
Ganglio submandibular
Inervación a través de la eferencia craneal
Glándula lagrimal, glándulas nasales, palatinas y faríngeas
Ojo (iris, músculos ciliares)
Eferencia parasimpática craneal (a través de cuatro nervios craneales)
Glándula parótida
Glándulas sublingual y submaxilar
Corazón
Laringe
Tráquea
Bronquios
Pulmones
Hígado
Vesícula biliar
Estómago
Páncreas
Riñones
Intestino delgado
Intestino grueso proximal
La flexura cólica izquierda (esplénica) divide la inervación parasimpática sacra de la craneal
Intestino grueso distal
Recto
S2
S3
S4
Eferencia parasimpática sacra (a través de los nervios esplácnicos pélvicos)
Vejiga
Pene (o clítoris)
Inervación a través de la eferencia sacra
Fibras parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas

FIGURA I-48. División parasimpática (craneosacra) del SNA. Los cuerpos celulares de las neuronas parasimpáticas presinápticas están localizados en los extremos opuestos del SNC y sus fibras salen por dos rutas diferentes: *1)* en la sustancia gris del tronco del encéfalo, con fibras que salen del SNC dentro de los nervios craneales III, VII, IX y X (estas fibras constituyen la eferencia parasimpática craneal), y *2)* en la sustancia gris de los segmentos sacros (S2-4) de la médula espinal, con fibras que salen del SNC a través de las raíces anteriores de los nervios espinales S2-4 y de los nervios esplácnicos que surgen de sus ramos anteriores (estas fibras constituyen la eferencia parasimpática sacra). La eferencia craneal proporciona inervación parasimpática a la cabeza, el cuello y la mayor parte del tronco; la eferencia sacra proporciona inervación parasimpática a las vísceras pélvicas.

distribución que el sistema simpático. El sistema parasimpático sólo se distribuye hacia la cabeza, las cavidades viscerales del tronco y los tejidos eréctiles de los genitales externos. Con excepción de estos últimos, no alcanza las paredes corporales ni los miembros, y excepto las partes iniciales de los ramos anteriores de los nervios espinales S2-4, sus fibras no forman parte de los nervios espinales ni de sus ramos.

En la cabeza se encuentran cuatro pares de ganglios parasimpáticos. En otros lugares, las fibras parasimpáticas presinápticas hacen sinapsis con cuerpos celulares postsinápticos, que se encuentran aislados en la pared del órgano inervado o sobre ella (*ganglios intrínsecos* o *entéricos*). Muchas fibras parasimpáticas presinápticas son largas y se extienden desde el SNC hasta el órgano efector, mientras que las fibras postsinápticas son cortas y discurren desde un ganglio localizado cerca del órgano efector o en él mismo.

FUNCIONES DE LAS DIVISIONES DEL SNA

Aunque los sistemas simpático y parasimpático inervan estructuras involuntarias (y a menudo influyen en ellas), sus efectos son diferentes, usualmente opuestos pero bien coordinados (figs. I-46 y I-48). En general, el *sistema simpático* es un **sistema catabólico** (con gasto energético) que permite al organismo afrontar el estrés, como al prepararse para la respuesta de lucha o fuga. El *sistema parasimpático* es principalmente un **sistema homeostático** o **anabólico** (con conservación de energía), que promueve los procesos tranquilos y ordenados del organismo, como los que permiten la alimentación y la asimilación. En la tabla I-2 se resumen las funciones específicas del SNA y sus divisiones.

La función primaria del sistema simpático es regular los vasos sanguíneos, lo que se logra por varios medios, con diferentes consecuencias. Los vasos sanguíneos de todo el cuerpo reciben inervación tónica de los nervios simpáticos, con una moderada vasoconstricción basal. En la mayoría de los lechos vasculares, al aumentar las señales simpáticas se incrementa dicha vasoconstricción, y al descender se permite la vasodilatación. Sin embargo, en algunas partes del cuerpo las señales simpáticas son vasodilatadoras (es decir, las sustancias transmisoras simpáticas inhiben la vasoconstricción activa, lo cual permite que los vasos sanguíneos se dilaten pasivamente por la tensión arterial). En los vasos coronarios, en los vasos de los músculos esqueléticos y en los genitales externos, la estimulación simpática produce vasodilatación (Wilson-Pauwels *et al.*, 1997).

SENSIBILIDAD VISCERAL

Las fibras aferentes viscerales poseen importantes relaciones en el SNA, tanto anatómicas como funcionales. Habitualmente no percibimos los impulsos sensitivos de estas fibras, que aportan información sobre el estado del medio interno del organismo. Esta información se integra en el SNC y a menudo desencadena reflejos viscerales o somáticos, o ambos. Los reflejos viscerales regulan la tensión arterial y la bioquímica sanguínea, al modificar ciertas funciones como las frecuencias cardíaca y respiratoria y la resistencia vascular.

La sensibilidad visceral que alcanza el nivel de la conciencia se percibe generalmente en forma de dolor, mal localizado o como calambres, o con sensaciones de hambre, repleción o náuseas. En las intervenciones practicadas con anestesia local, el cirujano puede manejar, seccionar, pinzar o incluso quemar (cauterizar) los órganos viscerales sin provocar sensaciones conscientes. En cambio, ciertas estimulaciones pueden provocar dolor:

- Distensión súbita.
- Espasmos o contracciones intensas.
- Irritantes químicos.
- Estimulación mecánica, sobre todo cuando el órgano se halla activo.
- Procesos patológicos (especialmente la isquemia) que disminuyen el umbral normal de estimulación.

La actividad normal no suele producir ninguna sensación, pero puede haberla cuando el aporte sanguíneo es insuficiente (isquemia). La mayoría de las sensaciones reflejas viscerales (inconscientes) y algunas sensaciones dolorosas viajan por las fibras aferentes viscerales que acompañan retrógradamente a las fibras parasimpáticas. Casi todos los impulsos de dolor visceral (desde el corazón y la mayoría de los órganos de la cavidad peritoneal) discurren centralmente a lo largo de las fibras aferentes viscerales que acompañan a las fibras simpáticas.

Puntos fundamentales

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El sistema nervioso autónomo es una subdivisión del sistema nervioso motor que controla las funciones del organismo sin control consciente. ♦ Dos neuronas, una fibra presináptica y otra postsináptica, conectan el SNC con un órgano efector: músculo liso, glándulas o músculo cardíaco modificado. ♦ Según la localización del cuerpo celular de las fibras presinápticas, en el SNA pueden distinguirse dos divisiones: simpática y parasimpática. ♦ Los cuerpos celulares presinápticos de la división simpática se hallan solamente en los núcleos celulares intermediolaterales de la sustancia gris de la médula espinal toracolumbar, que se encuentran organizados somatotópicamente. ♦ Las fibras nerviosas simpáticas presinápticas finalizan en los ganglios simpáticos formados por los cuerpos celulares de las neuronas simpáticas postsinápticas. ♦ Los ganglios simpáticos se hallan en los troncos simpáticos (ganglios paravertebrales) o en torno a las raíces de las ramas principales de la aorta abdominal (ganglios prevertebrales). ♦ Los cuerpos celulares de las neuronas presinápticas de la división parasimpática se hallan en la sustancia gris del tronco del encéfalo y en los segmentos sacros de la médula espinal. ♦ Los cuerpos celulares de las neuronas parasimpáticas postsinápticas del tronco se localizan en la estructura inervada o sobre ella, mientras que los de la cabeza están organizados en ganglios separados.

TABLA I-2. FUNCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

Órgano, tracto o sistema		**Efecto de la estimulación simpática[a]**	**Efecto de la estimulación parasimpática[b]**
Ojos	Pupila	Dilata la pupila (admite más luz para aumentar la agudeza visual a una determinada distancia)	Constriñe la pupila (la protege de la luz excesivamente brillante)
	Cuerpo ciliar		Contrae el músculo ciliar, permitiendo el engrosamiento de la lente para la visión cercana (acomodación)
Piel	Músculos erectores del pelo	Produce la erección de los pelos («piel de gallina»)	Sin efecto (no alcanza este nivel)[c]
	Vasos sanguíneos periféricos	Vasoconstrictor (palidez de piel y labios; las puntas de los dedos se ponen azules)	Sin efecto (no alcanza este nivel)[c]
	Glándulas sudoríparas	Promueve la sudación[d]	Sin efecto (no alcanza este nivel)[c]
Otras glándulas	Glándulas lagrimales	Disminuye ligeramente la secreción[e]	Promueve la secreción
	Glándulas salivares	Disminuye la secreción, haciéndola más densa, más viscosa[e]	Promueve la secreción abundante, acuosa
Corazón		Aumenta la frecuencia y la fuerza de contracción; inhibe el efecto del sistema parasimpático en los vasos coronarios, permitiendo que se dilaten[e]	Disminuye la frecuencia y la fuerza de contracción (conservando la energía); constriñe los vasos coronarios ante una demanda reducida
Pulmones		Inhibe el efecto del sistema parasimpático, provocando broncodilatación y secreción reducida, y permitiendo el máximo intercambio gaseoso	Constriñe los bronquios (conservando la energía) y promueve la secreción bronquial
Tubo digestivo		Inhibe la peristalsis y constriñe los vasos sanguíneos del tubo digestivo, de modo que la sangre queda disponible para el músculo esquelético; contrae el esfínter interno del ano para ayudar a la continencia fecal	Estimula la peristalsis y la secreción de jugos digestivos Contrae el recto e inhibe el esfínter interno del ano para provocar la defecación
Hígado y vesícula biliar		Promueve la degradación del glucógeno en glucosa (para aumentar la energía)	Promueve la elaboración/conservación de glucógeno; aumenta la secreción de bilis
Tracto urinario		Vasoconstricción de los vasos renales disminuyendo la formación de orina; el esfínter interno de la uretra se contrae para mantener la continencia urinaria	Inhibe la contracción del esfínter interno de la uretra y contrae el músculo detrusor de la pared de la vejiga urinaria, provocando la micción
Sistema genital		Provoca eyaculación y vasoconstricción que causa la remisión de la erección	Produce ingurgitación (erección) de los tejidos eréctiles de los genitales externos
Médula suprarrenal		Liberación de adrenalina en la sangre	Sin efecto (no la inerva)

[a] En general, los efectos de la estimulación simpática son catabólicos, preparando al organismo para las respuestas de «lucha o huida».
[b] En general, los efectos de la estimulación parasimpática son anabólicos, promoviendo la función normal y la conservación de la energía.
[c] El sistema parasimpático está restringido en su distribución a la cabeza, el cuello y las cavidades corporales (excepto los tejidos eréctiles de los genitales); por lo demás, nunca se encuentran fibras parasimpáticas en las paredes corporales ni en los miembros. En cambio, las fibras simpáticas se distribuyen por todas las partes vascularizadas del cuerpo.
[d] Con excepción de las glándulas sudoríparas, la secreción glandular es estimulada parasimpáticamente.
[e] Con excepción de las arterias coronarias, la vasoconstricción es estimulada simpáticamente; los efectos de la estimulación simpática sobre las glándulas (con excepción de las glándulas sudoríparas) son los efectos indirectos de la vasoconstricción.

◆ Las divisiones simpática y parasimpática ejercen generalmente efectos opuestos, aunque coordinados. ◆ El sistema simpático facilita las respuestas de urgencia (lucha o fuga). ◆ El sistema parasimpático, que se distribuye únicamente en las vísceras de la cabeza, el cuello, las cavidades del tronco y los tejidos eréctiles de los genitales, interviene sobre todo en la conservación del cuerpo, y a menudo contrarresta los efectos de la estimulación simpática. ◆ Algunos nervios que distribuyen fibras nerviosas autónomas a las cavidades corporales llevan también fibras nerviosas de la sensibilidad visceral desde las vísceras, que conducen los impulsos dolorosos o reflejos.

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN

La *anatomía radiológica* es el estudio de las estructuras y funciones del organismo por medio de técnicas de diagnóstico por la imagen. Es una parte importante de la anatomía y constituye la base anatómica de la radiología, o rama de la ciencia médica que emplea la energía radiante para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad. Al poder identificar las estructuras normales en las radiografías (rayos X), es más fácil reconocer los cambios producidos por la enfermedad y las lesiones. Estar familiarizado con las técnicas de imagen que se utilizan comúnmente en clínica permite reconocer anomalías congénitas, tumores y fracturas. Las técnicas de diagnóstico por la imagen que se utilizan con más frecuencia son:

- Radiografía convencional (imágenes de rayos X)
- Tomografía computarizada (TC)
- Ecografía
- Resonancia magnética (RM)
- Técnicas de medicina nuclear

Aunque las técnicas difieren entre sí, todas se basan en la recepción de emisiones atenuadas de energía que han atravesado los tejidos corporales o se han reflejado o generado en ellos. Las técnicas de diagnóstico por la imagen permiten observar las estructuras anatómicas en el sujeto vivo y estudiar sus movimientos en las actividades normales y anormales (p. ej., el corazón y el estómago).

Radiografía convencional

Los estudios radiográficos convencionales que no emplean técnicas especiales, tales como medios de contraste, se denominan clínicamente *radiografías simples* (fig. I-49), aunque actualmente la mayoría de las imágenes se producen y visualizan digitalmente en monitores en vez de en placas radiográficas. En la exploración radiológica, un haz muy penetrante de rayos X transilumina al paciente y muestra los tejidos con masas de diferentes densidades como imágenes de distinta intensidad (áreas con luces y sombras relativas) en la placa radiográfica o en el monitor (fig. I-50). Un tejido u órgano cuya masa sea relativamente densa (p. ej., el hueso compacto) absorbe o refleja los rayos X más que otro tejido menos denso (p. ej., el hueso esponjoso). Por lo tanto, un tejido u órgano denso produce un área algo transparente en la radiografía, o un área brillante en el monitor, porque hay menos cantidad de rayos X que alcanzan la placa o el detector. Una sustancia densa es *radiopaca*, mientras que otra de menos densidad es *radiotransparente*.

Muchos principios que son aplicables a la formación de una sombra lo son también a la radiografía convencional. Así, al proyectar la sombra de la mano sobre una pared, cuanto más cerca de ésta se halle la mano tanto más nítida será la forma de la sombra; al apartar la mano de la pared y acercarla a la fuente de luz, la sombra se ampliará. Las radiografías se realizan con la parte del paciente a estudiar próxima a la placa radiográfica o al detector, para maximizar la claridad de la imagen y minimizar los artefactos por aumento. En la nomenclatura radiológica básica, la *proyección posteroanterior* (PA) se refiere a una radiografía en la cual los rayos X atraviesan al paciente desde la parte posterior (P) hacia la anterior (A); el tubo de rayos X se halla detrás del paciente, y la placa radiográfica o el detector delante (fig. I-51A). En una radiografía en *proyección anteroposterior* (AP) ocurre lo contrario. Las radiografías en proyección PA o AP se contemplan como si el observador y el paciente se hallaran uno frente al otro (el lado derecho del paciente se halla frente al lado izquierdo del observador); esto se denomina *vista anteroposterior* (AP). (Así pues, la radiografía de tórax estándar para examinar el

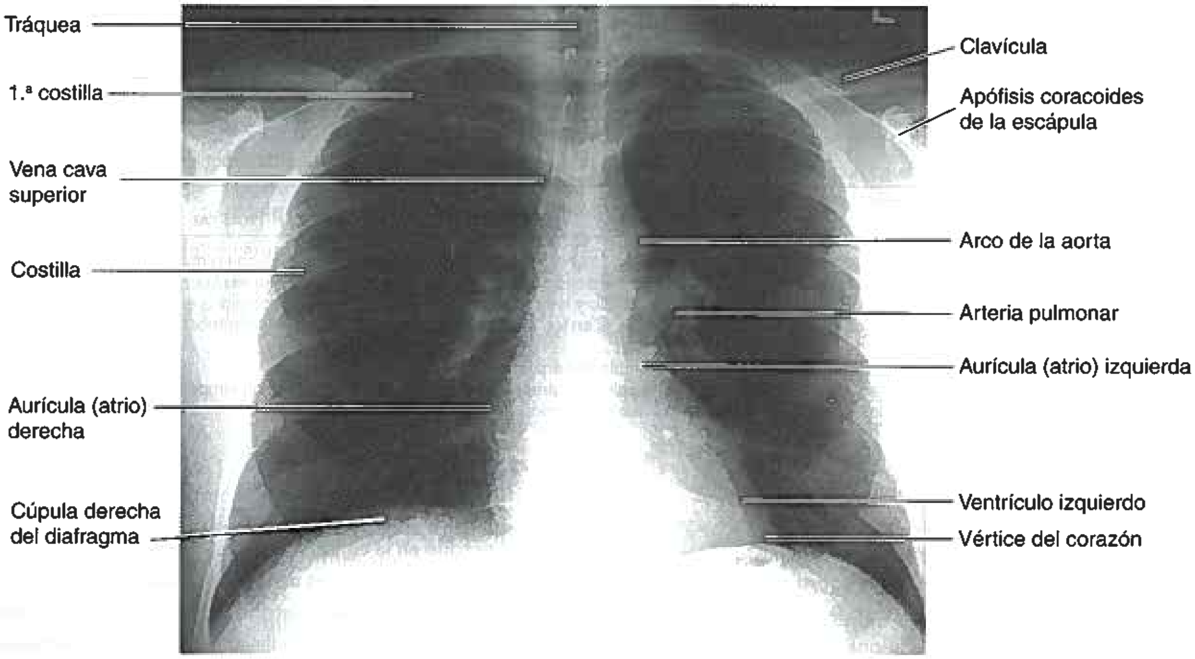


FIGURA I-49. Radiografía de tórax. Vista PA de una proyección AP que muestra el arco de la aorta, partes del corazón y las cúpulas del diafragma. Obsérvese que la cúpula diafragmática es más alta en el lado derecho. (Cortesía del Dr. L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

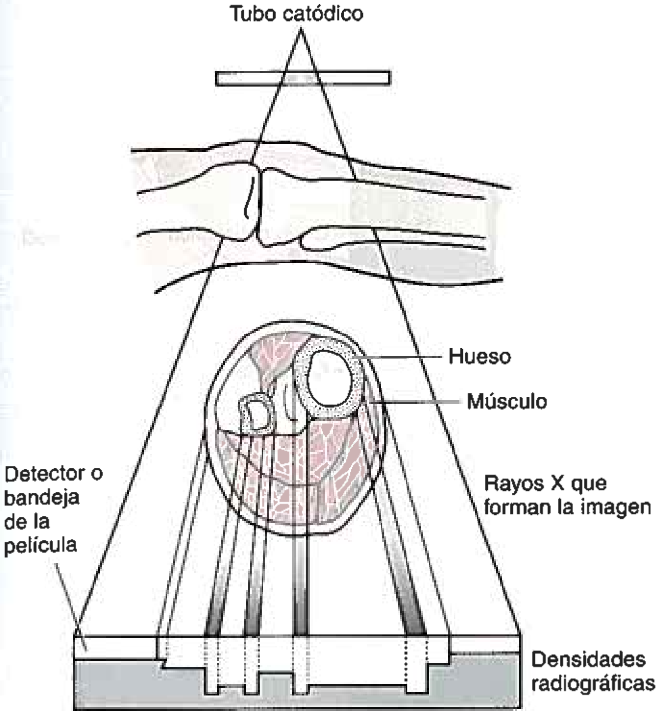

Tubo catódico
Hueso
Músculo
Detector o bandeja de la película
Rayos X que forman la imagen
Densidades radiográficas

FIGURA I-50. Principios de la formación de la imagen de rayos X. Partes del haz de rayos X que atraviesa el cuerpo se atenúan en distinto grado dependiendo del espesor y de la densidad de los tejidos. Los rayos disminuyen en las estructuras que los absorben o reflejan, causando menos reacción en la película radiográfica o en el detector en comparación con las áreas que permiten el paso de los rayos de forma relativamente ininterrumpida.

corazón y los pulmones es una visión AP de una proyección PA.) En las radiografías laterales se colocan letras radiopacas (D, derecho; I, izquierdo) para indicar el lado más próximo a la placa radiográfica o al detector, y la imagen se visualiza en la misma dirección en que se proyectó el haz de rayos (fig. I-51B).

La introducción de medios de contraste (líquidos radiopacos, como compuestos de yodo o bario) permite estudiar diversos órganos luminales o vasculares y espacios potenciales o reales (como el tubo digestivo, los vasos sanguíneos, los riñones, las cavidades sinoviales y el espacio subaracnoideo) que no son visibles en las radiografías simples (fig. I-52). En la mayoría de las exploraciones radiológicas se emplean al menos dos proyecciones, en ángulo recto entre ellas. Como cada radiografía es una representación bidimensional de una estructura tridimensional, las estructuras que atraviesa secuencialmente el haz de rayos X se superponen. Por lo tanto, suele ser necesaria más de una proyección para detectar y localizar con precisión las anomalías.

Tomografía computarizada

En la tomografía computarizada (TC) se recogen imágenes radiográficas del organismo que semejan secciones anatómicas transversales (fig. I-53). En esta técnica, un haz de rayos X pasa a través del cuerpo a medida que el tubo emisor y el detector rotan alrededor del eje del cuerpo. Las múltiples absorciones de energía radial superpuestas se miden, registran y comparan mediante un ordenador, con el fin de determinar la radiodensidad de cada píxel volumétrico (*vóxel*) del plano corporal elegido. La radiodensidad de cada vóxel, o cantidad de radiación absorbida por él, depende de factores como la cantidad de aire, agua, grasa o hueso de cada elemento. El ordenador elabora mapas de los vóxels en una imagen plana (corte) que se visualiza en un monitor o se imprime. Las imágenes de TC guardan una buena relación con las de una radiografía convencional, donde las áreas de mayor absorción (p. ej., el hueso) son relativamente transparentes (blancas) y las de menor absorción negras (fig. I-53). Las imágenes de TC se presentan siempre como si el observador estuviera de pie y contemplara al paciente, que se hallaría en posición supina, desde los pies, es decir, en una proyección inferior.

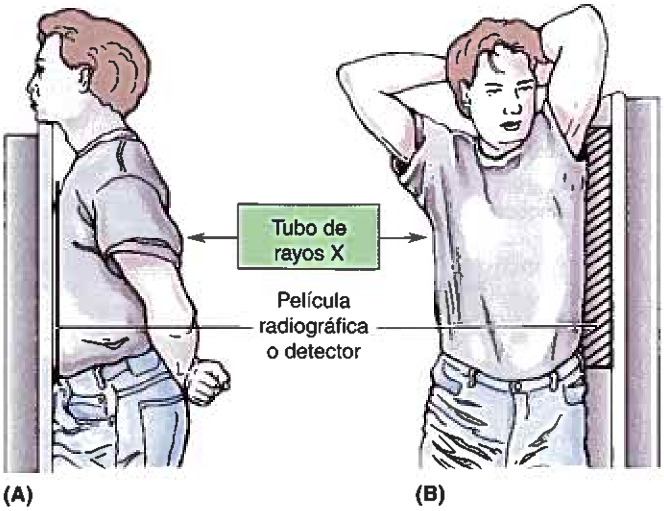


FIGURA I-51. Orientación del tórax del paciente durante la radiografía. A. Cuando se realizan proyecciones PA, los rayos X pasan desde el tubo de rayos X a través del tórax desde el dorso hasta alcanzar la película o el detector situado anteriormente al sujeto. **B.** Cuando se realizan proyecciones laterales, los rayos X pasan a través del tórax desde un lado alcanzando la película radiográfica adyacente al otro costado del sujeto.

Ecografía

La ecografía (ultrasonografía) es una técnica que permite visualizar las estructuras superficiales o profundas del cuerpo mediante el registro de pulsos de ondas ultrasónicas reflejadas por los tejidos (fig. I-54). La ecografía tiene la ventaja de un menor coste que la TC y la RM; además, el aparato es portátil. La técnica puede realizarse prácticamente en cualquier lugar, como en la sala de exploraciones, a la cabecera del enfermo o en la mesa de operaciones. Un transductor, en contacto con la piel, genera ondas de sonidos de alta frecuencia que pasan a través del cuerpo y reflejan las interfases de los tejidos de diferentes características, como los tejidos blandos y el hueso. Los ecos procedentes del cuerpo se reflejan en el transductor y se convierten en energía eléctrica. Las señales eléctricas se registran y exponen en un monitor como imágenes en corte transversal, que pueden visualizarse en tiempo real y registrarse como imágenes únicas o en videograbación.

Una ventaja importante de la ecografía es su capacidad para producir imágenes en tiempo real y poner de manifiesto los movimientos de las estructuras y el flujo sanguíneo. En la *ecografía Doppler*, los cambios de frecuencia entre las ondas ultrasónicas emitidas y sus ecos se utilizan para medir la velocidad de los obje-

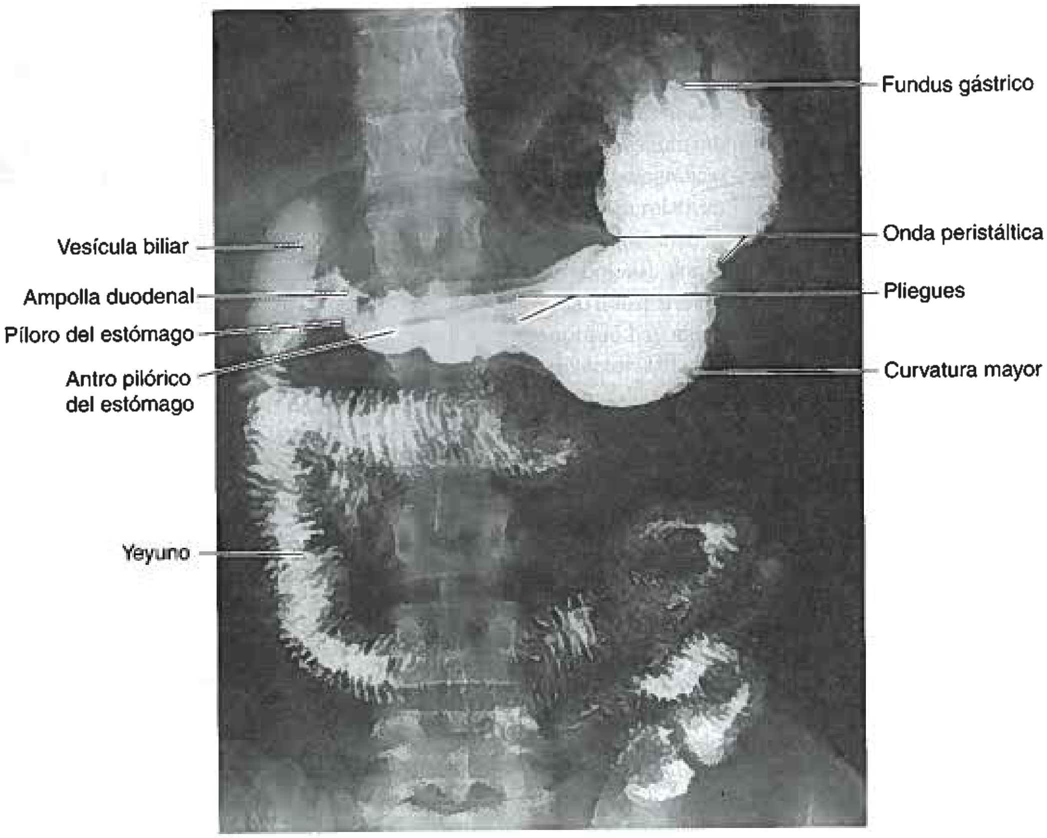


FIGURA I-52. Radiografía del estómago, el intestino delgado y la vesícula biliar. Obsérvense los pliegues gástricos (pliegues longitudinales de la mucosa). También puede verse la onda peristáltica que desplaza el contenido gástrico hacia el duodeno, el cual se encuentra muy próximo a la vesícula biliar. (Cortesía del Dr. J. Heslin, Toronto, ON, Canada.)

tos que se mueven. Esta técnica se basa en el principio del *efecto Doppler*. La sangre que fluye por los vasos se representa en color, superpuesta a la imagen bidimensional en corte transversal.

Para la exploración de las vísceras pelvianas desde la superficie del abdomen es necesario que la vejiga urinaria se halle completamente distendida. La orina actúa como «ventana acústica», que transmite las ondas ultrasónicas hacia y desde las vísceras pelvianas posteriores con una mínima atenuación. Además, la vejiga distendida aparta de la pelvis las asas intestinales llenas de gas. La *ecografía transvaginal* permite colocar el transductor más cerca del órgano de interés (p. ej., el ovario), y evita la grasa y el gas, que absorben o reflejan las ondas ultrasónicas. El hueso refleja casi todas las ondas ultrasónicas, mientras que el aire las conduce mal. Por lo tanto, la ecografía no se utiliza habitualmente para examinar el SNC ni el pulmón aireado del adulto.

El atractivo de la ecografía en obstetricia se debe a que es un procedimiento no invasivo y que no utiliza radiación; puede aportar información útil sobre el embarazo, por ejemplo determinar si es intrauterino o extrauterino (ectópico), y si el embrión o feto está vivo. También se ha convertido en un método estándar para valorar el crecimiento y el desarrollo del embrión y del feto.

Resonancia magnética

La resonancia magnética (RM) proporciona imágenes corporales similares a las que se obtienen con la TC, pero la RM es mejor que esta última en la diferenciación de los tejidos. Las imágenes de RM son muy semejantes a los cortes anatómicos, especialmente en el encéfalo (fig. I-55). El paciente se coloca en un aparato de exploración con un fuerte campo magnético, y el cuerpo recibe pulsaciones de radioondas. Las señales subsiguientes emitidas desde los tejidos del paciente se almacenan en un ordenador y pueden reconstruirse para formar diversas imágenes corporales. La apariencia de los tejidos en las imágenes generadas puede variarse controlando la forma en que se envían y reciben los pulsos de radiofrecuencia.

Los protones libres en los tejidos, que quedan alineados por la acción del campo magnético circundante, se excitan mediante un pulso de radioondas. Cuando desaparece dicha excitación, los protones emiten unas señales de energía de escasa intensidad, pero mensurables. Los tejidos con alta densidad de protones, como la grasa y el agua, emiten más señales que los tejidos cuya densidad de protones es baja. La señal emitida por los tejidos se basa principalmente en tres propiedades de los protones en una determinada región del cuerpo: relajación T1 y T2 (que producen imágenes potenciadas en T1 y T2), y densidad de los protones. Aunque los líquidos tienen una elevada densidad de protones libres, los protones libres en los líquidos en movimiento, como la sangre, tienden a moverse fuera del campo antes de excitarse y emitir su señal, y son reemplazados por protones no excitados. Por consiguiente, los líquidos en movimiento aparecen en negro en las imágenes potenciadas en T1.

A partir de los datos adquiridos, los ordenadores empleados en la RM pueden reconstruir los tejidos en cualquier plano: transver-

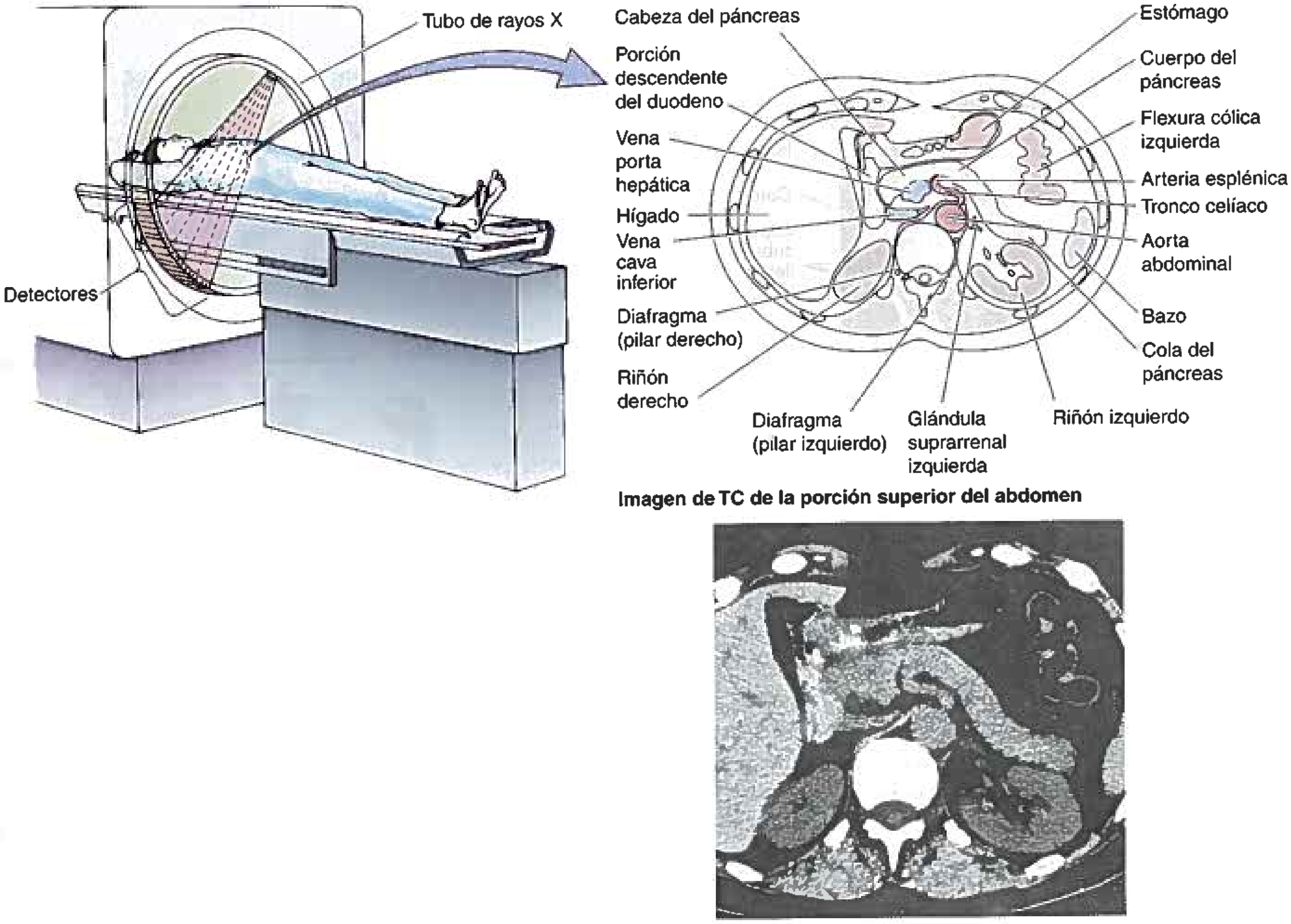

Tubo de rayos X
Detectores
Cabeza del páncreas
Porción descendente del duodeno
Vena porta hepática
Hígado
Vena cava inferior
Diafragma (pilar derecho)
Riñón derecho
Diafragma (pilar izquierdo)
Glándula suprarrenal izquierda
Riñón izquierdo
Estómago
Cuerpo del páncreas
Flexura cólica izquierda
Arteria esplénica
Tronco celíaco
Aorta abdominal
Bazo
Cola del páncreas
Imagen de TC de la porción superior del abdomen

FIGURA I-53. Técnica de realización de una TC. El tubo de rayos X gira alrededor de la persona situada en el tomógrafo y envía un haz de rayos X en forma de abanico a través de la porción superior del abdomen, desde una gran variedad de ángulos. Los detectores de rayos X en el lado opuesto del cuerpo de la persona miden la cantidad de radiación que pasa a través de una sección transversal de ella. Un ordenador reconstruye las imágenes obtenidas mediante varios barridos y se produce la TC. El tomógrafo se orienta de manera que reproduzca el punto de vista que el examinador tendría si se situase a los pies de la cama y mirara hacia la cabeza de la persona en decúbito supino.

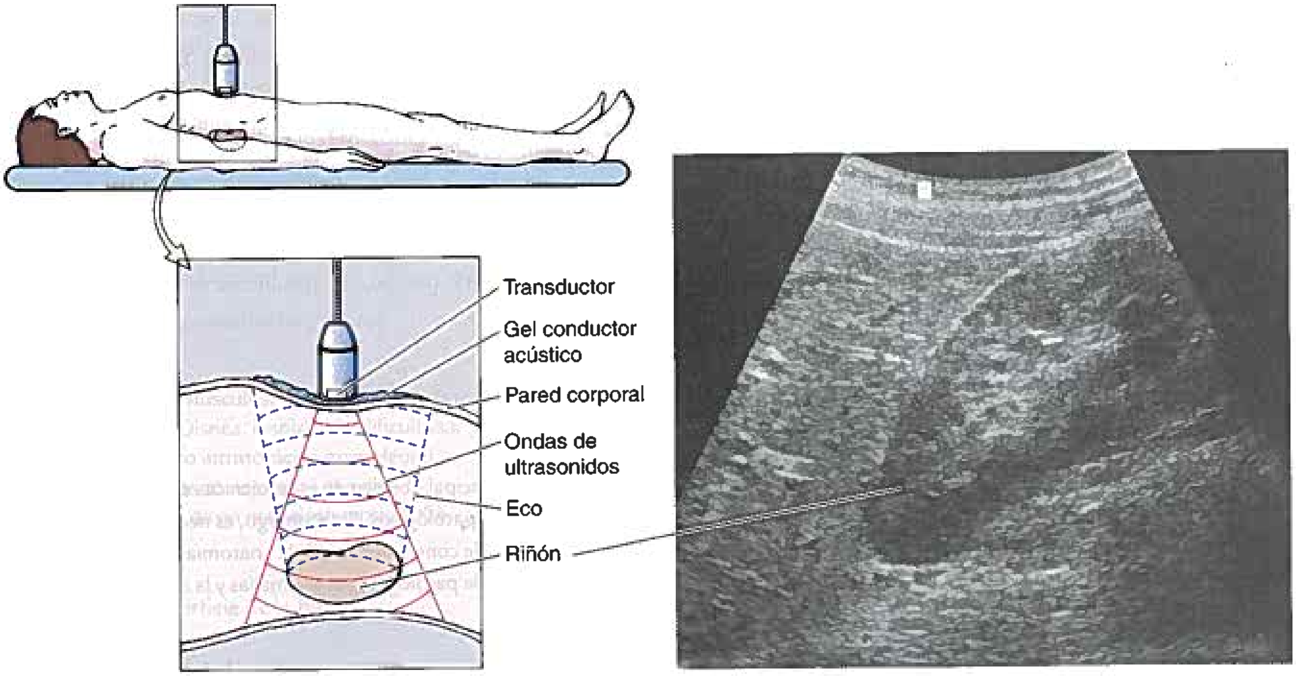

Transductor
Gel conductor acústico
Pared corporal
Ondas de ultrasonidos
Eco
Riñón

FIGURA I-54. Técnica de obtención por ultrasonidos de una imagen de la porción superior del abdomen. La imagen es el resultado del eco de las ondas de ultrasonidos desde estructuras de densidades diferentes. El monitor muestra la imagen del riñón derecho.

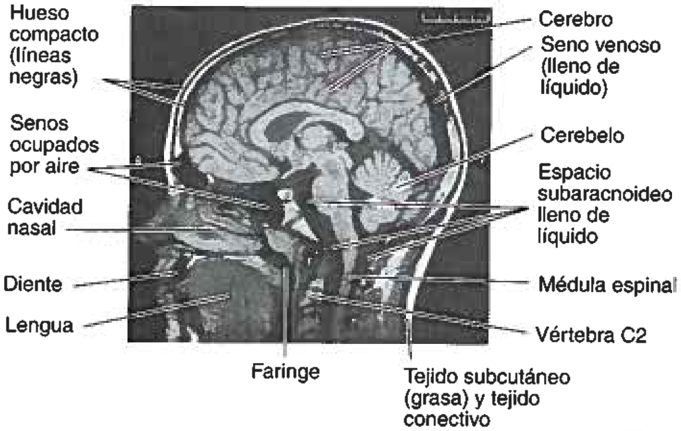

Hueso compacto (líneas negras)
Senos ocupados por aire
Cavidad nasal
Diente
Lengua
Faringe
Tejido subcutáneo (grasa) y tejido conectivo
Cerebro
Seno venoso (lleno de líquido)
Cerebelo
Espacio subaracnoideo lleno de líquido
Médula espinal
Vértebra C2

FIGURA I-55. RM sagital media de la cabeza. Pueden verse numerosos detalles del SNC, así como estructuras de las cavidades oral y nasal, y de la porción superior del cuello. Las áreas negras hipointensas superiores a las caras anterior y posterior de la cavidad nasal son los senos frontal y esfenoidal llenos de aire.

sal, medio, sagital, frontal o incluso en planos oblicuos arbitrarios. Los datos también pueden utilizarse para generar reconstrucciones tridimensionales. Los aparatos de RM producen unas imágenes satisfactorias de los tejidos blandos, sin emplear radiaciones ionizantes. Con los primeros aparatos, los movimientos del paciente durante las prolongadas sesiones creaban problemas, pero actualmente se utilizan equipos rápidos que pueden filtrar o ajustar las señales para visualizar en tiempo real las estructuras en movimiento, como el corazón y el flujo sanguíneo.

Técnicas de medicina nuclear

Las técnicas de gammagrafía proporcionan información sobre la distribución o la concentración de cantidades mínimas de sustancias radiactivas introducidas en el organismo. Las imágenes gammagráficas muestran los órganos después de la inyección intravenosa de una pequeña dosis de un isótopo radiactivo. La sustancia se utiliza para marcar un compuesto que es captado selectivamente por el órgano a estudiar, como el difosfonato de metileno con tecnecio 99m (^{99m}Tc-MDP) para la gammagrafía ósea (fig. I-56).

En la **tomografía por emisión de positrones** (PET, *positron emission tomography*) se utilizan isótopos producidos por un ciclotrón, con una semivida extremadamente corta, que emiten positrones. La PET se usa para valorar las funciones fisiológicas de órganos como el cerebro, sobre una base dinámica. Las áreas de actividad cerebral aumentada mostrarán una actividad selectiva del isótopo inyectado. Pueden visualizarse las imágenes de todo el órgano o de cortes transversales. Las imágenes obtenidas mediante tomografía computarizada con emisión de fotón único (SPECT, *single photon emission computed tomography*) son similares, pero el marcador empleado tiene una mayor duración. La técnica es menos costosa, pero requiere más tiempo y su resolución es menor.

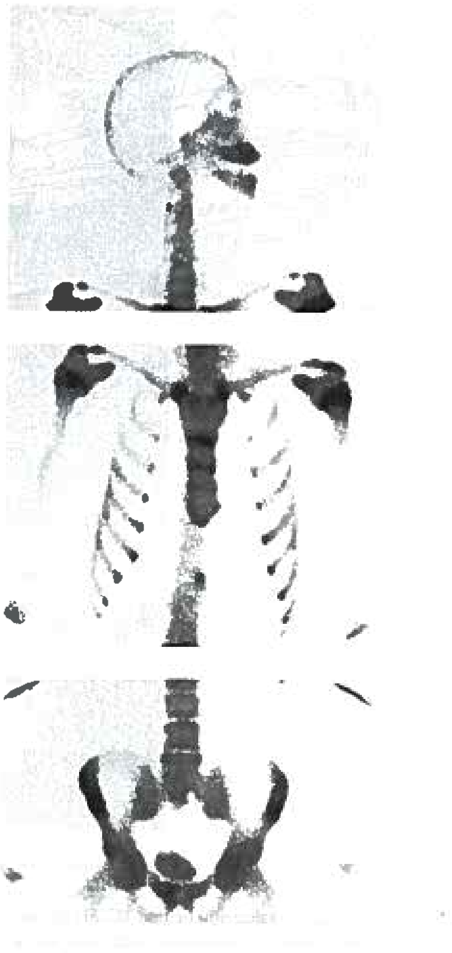


FIGURA I-56. Gammagrafías óseas de cabeza y cuello, tórax y pelvis. Estas imágenes de medicina nuclear pueden verse como un todo o por secciones.

Puntos fundamentales

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN

Las técnicas de diagnóstico por la imagen permiten visualizar la anatomía en el sujeto vivo. Con estas técnicas pueden examinarse las estructuras en situación de normalidad de su tono, volúmenes de líquidos, presiones internas, etc., características que faltan en el cadáver. El principal objetivo de estas técnicas es, naturalmente, detectar estados patológicos. Sin embargo, es necesario poseer una base sólida de conocimientos de la anatomía radiológica para diferenciar entre la patología y las anomalías y la anatomía normal.

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen USMLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO 1

Tórax

VISIÓN GENERAL / 72

PARED TORÁCICA / 72

Esqueleto de la pared torácica / 74

Aberturas torácicas / 78

Articulaciones de la pared torácica / 79

■ TABLA 1-1. Articulaciones de la pared torácica / 80

Movimientos de la pared torácica / 81

■ CUADRO AZUL: **Pared torácica.** Dolor torácico. Fracturas de costilla. Tórax batiente. Toracotomía, incisiones en el espacio intercostal y extirpación de una costilla. Costillas supernumerarias. Función de protección y envejecimiento de los cartílagos costales. Apófisis xifoides osificada. Fracturas del esternón. Esternotomía media. Biopsia esternal. Anomalías del esternón. Síndrome de la salida del tórax. Luxación de las costillas. Separación de las costillas. Parálisis del diafragma / 83

Músculos de la pared torácica / 86

■ TABLA 1-2. Músculos de la pared torácica / 88

Fascia de la pared torácica / 91

Nervios de la cavidad torácica / 91

Vascularización de la pared torácica / 93

■ TABLA 1-3. Riego arterial de la pared torácica / 95

■ CUADRO AZUL: **Músculos, vasos y nervios de la pared torácica.** Disnea: respiración dificultosa. Abordaje quirúrgico intratorácico extrapleural. Infección por herpes zóster de los ganglios espinales. Bloqueo de un nervio intercostal / 96

Mamas / 98

Anatomía de superficie de la pared torácica / 99

■ CUADRO AZUL: **Mamas.** Cambios en las mamas. Cuadrantes de las mamas. Cáncer de mama. Mamografía. Incisiones quirúrgicas en la mama. Polimastia, politelia y amastia. Cáncer de mama en el varón. Ginecomastia / 104

VÍSCERAS DE LA CAVIDAD TORÁCICA / 106

Pleuras, pulmones y árbol traqueobronquial / 108

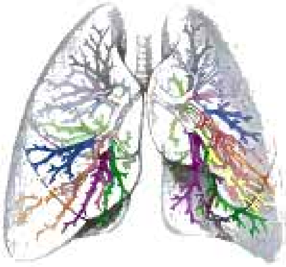
■ CUADRO AZUL: **Pleuras, pulmones y árbol traqueobronquial.** Lesiones de la pleura cervical y el vértice del pulmón. Lesiones de otras partes de la pleura. Colapso pulmonar. Neumotórax, hidrotórax y hemotórax. Toracocentesis. Inserción de una sonda pleural. Pleurectomía y pleurodesis. Toracoscopia. Pleuritis. Variaciones en los lóbulos pulmonares. Aspecto de los pulmones e inhalación de partículas de carbón y de irritantes. Auscultación y percusión de los pulmones. Aspiración de cuerpos extraños. Broncoscopia. Resecciones pulmonares. Atelectasias segmentarias. Embolia pulmonar. Drenaje linfático y adherencias pleurales. Hemoptisis. Carcinoma broncógeno. Cáncer de pulmón y nervios mediastínicos. Dolor pleural. Radiografías del tórax / 120

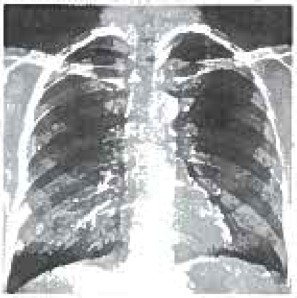
Visión general del mediastino / 127

Pericardio / 128

■ CUADRO AZUL: **Visión general del mediastino y el pericardio.** Posiciones de las vísceras respecto a las divisiones del mediastino. Mediastinoscopia y biopsias del mediastino. Ensanchamiento del mediastino. Significación quirúrgica del seno transverso del pericardio. Exposición de las venas cavas. Pericarditis, roce pericárdico y derrame pericárdico. Taponamiento cardíaco. Pericardiocentesis. Anomalías posicionales del corazón / 132

Corazón / 135





- **TABLA 1-4.** Irrigación arterial del corazón / 147
- **CUADRO AZUL: Corazón.** Cateterismo cardíaco. Embriología de la aurícula (atrio) derecha. Defectos de tabicación. Percusión del corazón. Accidentes vasculares cerebrales o ictus. Bases para la denominación de las valvas de las válvulas aórtica y pulmonar. Enfermedad valvular cardíaca (valvulopatía). Ecocardiografía. Angiografía coronaria. Arteriopatía coronaria o cardiopatía isquémica. Angina de pecho. Derivación aortocoronaria *(bypass)*. Angioplastia coronaria. Circulación colateral a través de las venas cardíacas mínimas. Electrocardiografía. Oclusión coronaria y sistema de conducción del corazón. Marcapasos cardíaco artificial. Reiniciar el corazón. Fibrilación del corazón. Desfibrilación del corazón. Dolor cardíaco referido / 151

Mediastino superior y grandes vasos / 160

Mediastino posterior / 166

- **TABLA 1-5.** La aorta y sus ramas en el tórax / 169

Mediastino anterior / 171

Anatomía de superficie del corazón y las vísceras del mediastino / 171

- **TABLA 1-6.** Nervios del tórax / 172

Focos de auscultación / 173

- **CUADRO AZUL: Mediastino superior, posterior y anterior.** Variaciones de las grandes arterias. Aneurisma de la aorta ascendente. Coartación de la aorta. Lesión de los nervios laríngeos recurrentes. Bloqueo del esófago. Desgarro del conducto torácico. Variaciones del conducto torácico. Rutas venosas colaterales hacia el corazón. Cambios en el timo relacionados con la edad. Angiografía aórtica. Radiografías del mediastino. TC y RM del mediastino / 174

VISIÓN GENERAL

El **tórax** es la parte del cuerpo situada entre el cuello y el abdomen. Normalmente el término *pecho* se utiliza como sinónimo de tórax, aunque el pecho es mucho más amplio que la pared torácica y la cavidad que contiene. Generalmente, el **pecho** se concibe como la parte superior del tronco que se ensancha por arriba debido a la presencia de la *cintura escapular* (clavículas y escápula), de la que buena parte de su circunferencia está constituida por la musculatura pectoral y escapular, y en las mujeres adultas por las mamas.

La **cavidad torácica** y su pared tienen forma de cono truncado, es más estrecha superiormente, con la circunferencia aumentando inferiormente, y alcanza su máximo tamaño en la unión con la parte abdominal del tronco. La *pared de la cavidad torácica* es relativamente delgada, básicamente tan gruesa como su esqueleto. El esqueleto torácico tiene forma de una jaula abovedada. La **caja torácica** (parrilla costal), con sus barras horizontales formadas por las costillas y los cartílagos costales, está sostenida también por el esternón y las vértebras torácicas, verticales (fig. 1-1). Además, el suelo de la cavidad torácica (diafragma torácico) está profundamente invaginado inferiormente (es decir, empujado hacia arriba) por las vísceras de la cavidad abdominal. Por consiguiente, casi la mitad inferior de la pared torácica rodea y protege vísceras abdominales (p. ej., el hígado) en lugar de torácicas. Así, el tórax y su cavidad son mucho más pequeños de lo que pudiera esperarse por la apariencia externa del pecho.

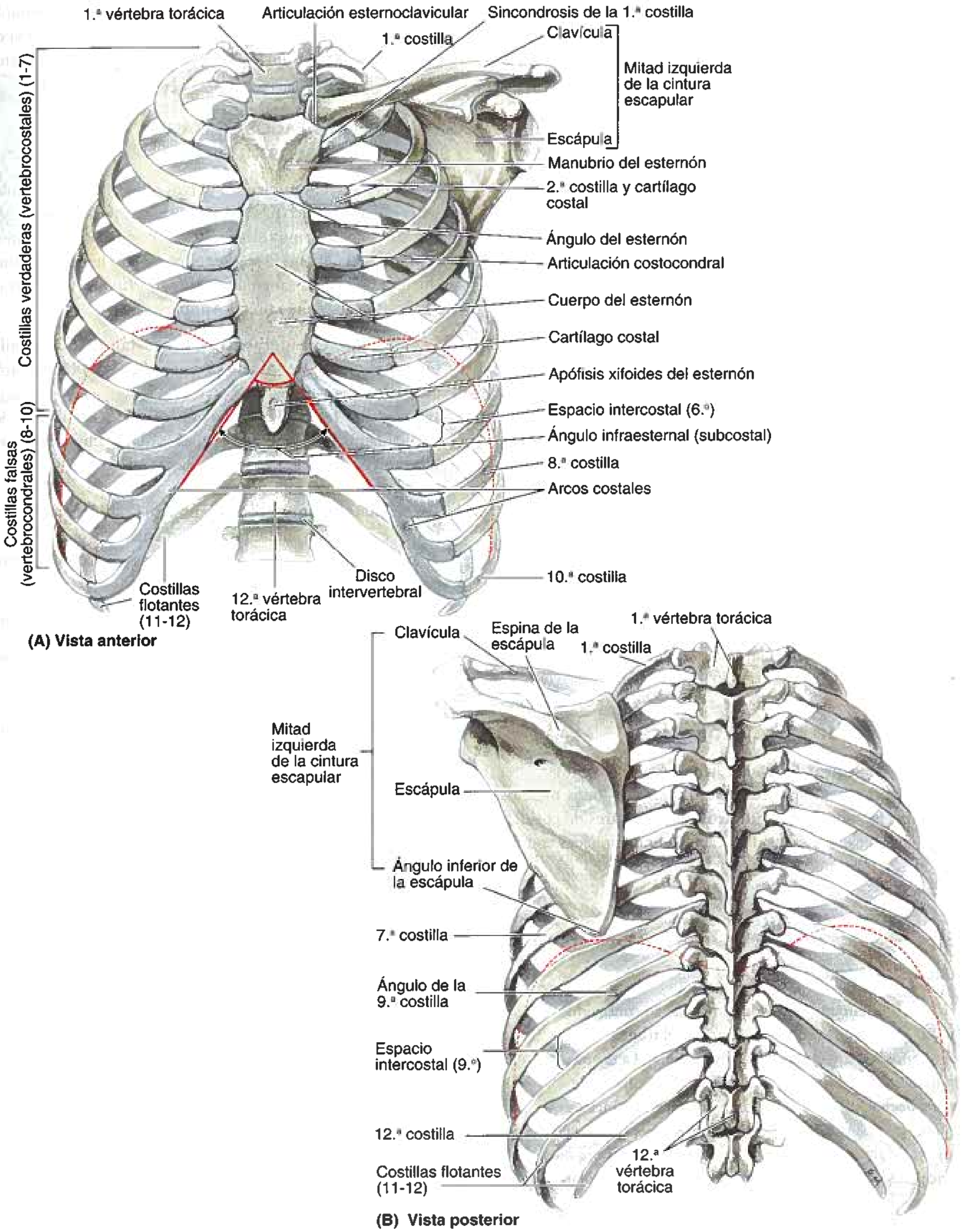
El tórax incluye los órganos principales de los sistemas respiratorio y cardiovascular. La cavidad torácica está dividida en tres grandes espacios: el compartimiento central o *mediastino* que aloja las vísceras torácicas excepto los pulmones y, a cada lado, las *cavidades pulmonares derecha e izquierda* que alojan los pulmones.

La mayor parte de la cavidad torácica está ocupada por los pulmones, que proporcionan el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre el aire y la sangre. La mayor parte del resto de la cavidad torácica está ocupada por el corazón y por las estructuras implicadas en la conducción del aire y la sangre hacia y desde los pulmones. Adicionalmente, los nutrientes (alimentos) atraviesan la cavidad torácica por medio del esófago, pasando del lugar de entrada en la cabeza hasta el lugar de digestión y absorción en el abdomen.

Aunque en términos de función y desarrollo las glándulas mamarias están más relacionadas con el sistema reproductor, las mamas también se localizan y normalmente se disecan conjuntamente con la pared torácica, y por eso las incluimos en este capítulo.

PARED TORÁCICA

La pared torácica está formada por la caja torácica y los músculos que se extienden entre las costillas, así como por la piel, el tejido subcutáneo, los músculos y las fascias que cubren su cara anterolateral. Las mismas estructuras que cubren su cara posterior se consideran pertenecientes al dorso. Las glándulas mamarias de las mamas se localizan dentro del tejido subcutáneo de la pared torácica. Los músculos axioapendiculares anterolaterales (v. cap. 6) que recubren la caja torácica y constituyen el lecho de la mama se encuentran en la pared torácica y pueden ser considerados parte de ella, pero son claramente músculos del miembro superior si nos atenemos a criterios funcionales y de inervación. Los mencionaremos brevemente aquí.


1.ª vértebra torácica
Articulación esternoclavicular
Sincondrosis de la 1.ª costilla
1.ª costilla
Clavícula
Mitad izquierda de la cintura escapular
Escápula
Manubrio del esternón
2.ª costilla y cartílago costal
Ángulo del esternón
Articulación costocondral
Cuerpo del esternón
Cartílago costal
Apófisis xifoides del esternón
Espacio intercostal (6.º)
Ángulo infraesternal (subcostal)
8.ª costilla
Arcos costales
10.ª costilla
Costillas verdaderas (vertebrocostales) (1-7)
Costillas falsas (vertebrocondrales) (8-10)
Costillas flotantes (11-12)
12.ª vértebra torácica
Disco intervertebral
Clavícula
Espina de la escápula
1.ª vértebra torácica
1.ª costilla
Mitad izquierda de la cintura escapular
Escápula
Ángulo inferior de la escápula
7.ª costilla
Ángulo de la 9.ª costilla
Espacio intercostal (9.º)
12.ª costilla
Costillas flotantes (11-12)
12.ª vértebra torácica

(A) Vista anterior

(B) Vista posterior

FIGURA 1-1. Esqueleto del tórax. La caja torácica osteocartilaginosa comprende el esternón, 12 pares de costillas y cartílagos costales, y 12 vértebras torácicas y discos intervertebrales. Las clavículas y la escápula forman la cintura escapular, de la cual aquí vemos la de un lado para mostrar la relación entre los esqueletos torácico (axial) y del miembro superior (apendicular). La *línea de puntos roja* indica la posición del diafragma, que separa las cavidades torácica y abdominal.

La forma abovedada de la caja torácica le proporciona una rigidez notable, considerando el escaso peso de sus componentes, lo que permite:

- Proteger los órganos vitales del tórax y del abdomen (la mayor parte contienen aire o líquido) frente a las fuerzas del exterior.
- Resistir las presiones negativas internas (subatmosféricas) que se generan por el retroceso elástico de los pulmones y por los movimientos de inspiración.
- Proporcionar inserción para los miembros superiores y sostener su peso.
- Proporcionar inserción (origen) a muchos de los músculos que mantienen la posición de los miembros superiores en relación al tronco, así como a los músculos del abdomen, el cuello, el dorso y la respiración.

Aunque la forma de la caja torácica proporciona rigidez, sus articulaciones y la delgadez y la flexibilidad de las costillas le permiten absorber muchos golpes y compresiones externas sin fracturarse, y cambiar su forma para la respiración. Debido a que las estructuras internas más importantes del tórax (corazón, grandes vasos, pulmones y tráquea), así como su suelo y paredes, están en constante movimiento, el tórax es una de las regiones más dinámicas del cuerpo. Con cada respiración, los músculos de la pared torácica —trabajando conjuntamente con el diafragma y los músculos de la pared abdominal— varían el volumen de la cavidad torácica, primero expandiendo su capacidad, lo que produce la expansión de los pulmones y la entrada del aire, y a continuación, debido a la elasticidad pulmonar y la relajación muscular, disminuyendo el volumen de la cavidad y produciendo la salida del aire.

Esqueleto de la pared torácica

El **esqueleto del tórax** forma la caja torácica osteocartilaginosa (fig. 1-1), que protege las vísceras torácicas y algunos órganos abdominales. El esqueleto del tórax incluye 12 pares de costillas y los cartílagos costales asociados, 12 vértebras torácicas con los discos intervertebrales interpuestos entre ellas, y el esternón. Las costillas y los cartílagos costales forman la mayor parte de la caja torácica; ambos se identifican numéricamente, desde el más superior (1.ª costilla o cartílago costal) hasta el más inferior (12.ª).

Puntos fundamentales

VISIÓN GENERAL DEL TÓRAX

El tórax, formado por la cavidad torácica, su contenido, y por la pared que lo rodea, es la parte del tronco comprendida entre el cuello y el abdomen. ◆ La forma y el tamaño de la cavidad y la pared torácicas difieren de los del pecho (torso superior) debido a que éste incluye algunos huesos y músculos del miembro superior y, en las mujeres adultas, las mamas. ◆ El tórax incluye los órganos principales de los sistemas respiratorio y cardiovascular. ◆ La cavidad torácica está dividida en tres compartimientos: el mediastino central, ocupado por el corazón y las estructuras que transportan aire, sangre y alimentos; y las cavidades pulmonares derecha e izquierda, ocupadas por los pulmones.

COSTILLAS, CARTÍLAGOS COSTALES Y ESPACIOS INTERCOSTALES

Las **costillas** son huesos planos y curvos que constituyen la mayor parte de la caja torácica (figs. 1-1 y 1-2). Son especialmente ligeras en cuanto a su peso, y muy elásticas. Cada costilla posee un interior esponjoso que contiene la *médula ósea* (tejido hematopoyético), productora de células sanguíneas. Hay *tres tipos de costillas* que pueden clasificarse como típicas o atípicas:

1. Las **costillas verdaderas** (**vertebrocostales,** 1.ª-7.ª costillas) se unen directamente al esternón mediante sus propios cartílagos costales.
2. Las **costillas falsas** (**vertebrocondrales,** las costillas 8.ª, 9.ª y normalmente la 10.ª) tienen cartílagos que se unen al de la costilla inmediatamente superior a ella; de este modo, su conexión con el esternón es indirecta.
3. Las **costillas flotantes** (**libres,** costillas 11.ª, 12.ª y a veces la 10.ª) tienen cartílagos rudimentarios que nunca conectan, ni directa ni indirectamente, con el esternón; por el contrario, terminan en la musculatura posterior del abdomen.

Las **costillas típicas** (3.ª-9.ª) poseen los siguientes componentes:

- Una **cabeza** con forma de cuña y dos caras articulares separadas por la **cresta de la cabeza** de la costilla (figs. 1-2 y 1-3). Una cara se articula con su vértebra numéricamente correspondiente y la otra lo hace con la vértebra inmediatamente superior.
- Un **cuello** que conecta la cabeza con el cuerpo al nivel del tubérculo.
- Un **tubérculo** en la unión del cuello y el cuerpo. El tubérculo tiene una *porción articular* lisa para la articulación con la apófisis transversa de la vértebra correspondiente, y una *porción no articular rugosa* para la inserción del ligamento costotransverso (v. fig. 1-8B).
- Un **cuerpo** delgado, plano y curvo, especialmente en el **ángulo de la costilla** donde la costilla gira anterolateralmente. El ángulo también constituye el límite lateral de la inserción en las costillas de los músculos profundos del dorso (v. tabla 4-6 del cap. 4). En la superficie interna cóncava del cuerpo hay un **surco de la costilla,** paralelo al borde inferior de la costilla, que protege algo al nervio y los vasos intercostales.

Las **costillas atípicas** (1.ª, 2.ª y 10.ª-12.ª) se diferencian del resto por varias características (fig. 1-3):

- La *1.ª costilla* es la más ancha (es decir, su cuerpo es más ancho y casi horizontal), corta y curvada de las siete costillas verdaderas. Tiene una única cara en su cabeza para articularse sólo con la vértebra T1, y dos surcos, que cruzan transversalmente su cara superior, para los vasos subclavios; los surcos están separados por una cresta y un **tubérculo del músculo escaleno anterior,** que proporciona inserción a dicho músculo.

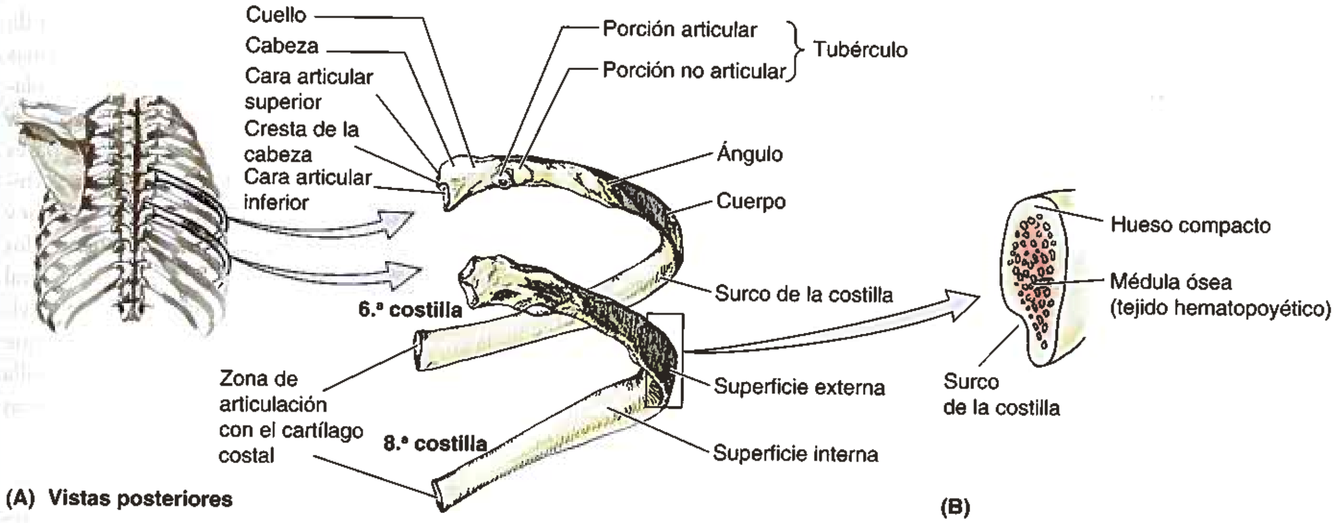

Cuello
Cabeza
Cara articular superior
Cresta de la cabeza
Cara articular inferior
Porción articular
Porción no articular
Tubérculo
Ángulo
Cuerpo
Surco de la costilla
6.ª costilla
Zona de articulación con el cartílago costal
8.ª costilla
Superficie externa
Superficie interna
(A) Vistas posteriores
Hueso compacto
Médula ósea (tejido hematopoyético)
Surco de la costilla
(B)

FIGURA 1-2. **Costillas típicas. A.** Las costillas 3.ª a 9.ª tienen características comunes. Cada costilla tiene una cabeza, un cuello, un tubérculo y un cuerpo. **B.** Sección media del cuerpo de una costilla.

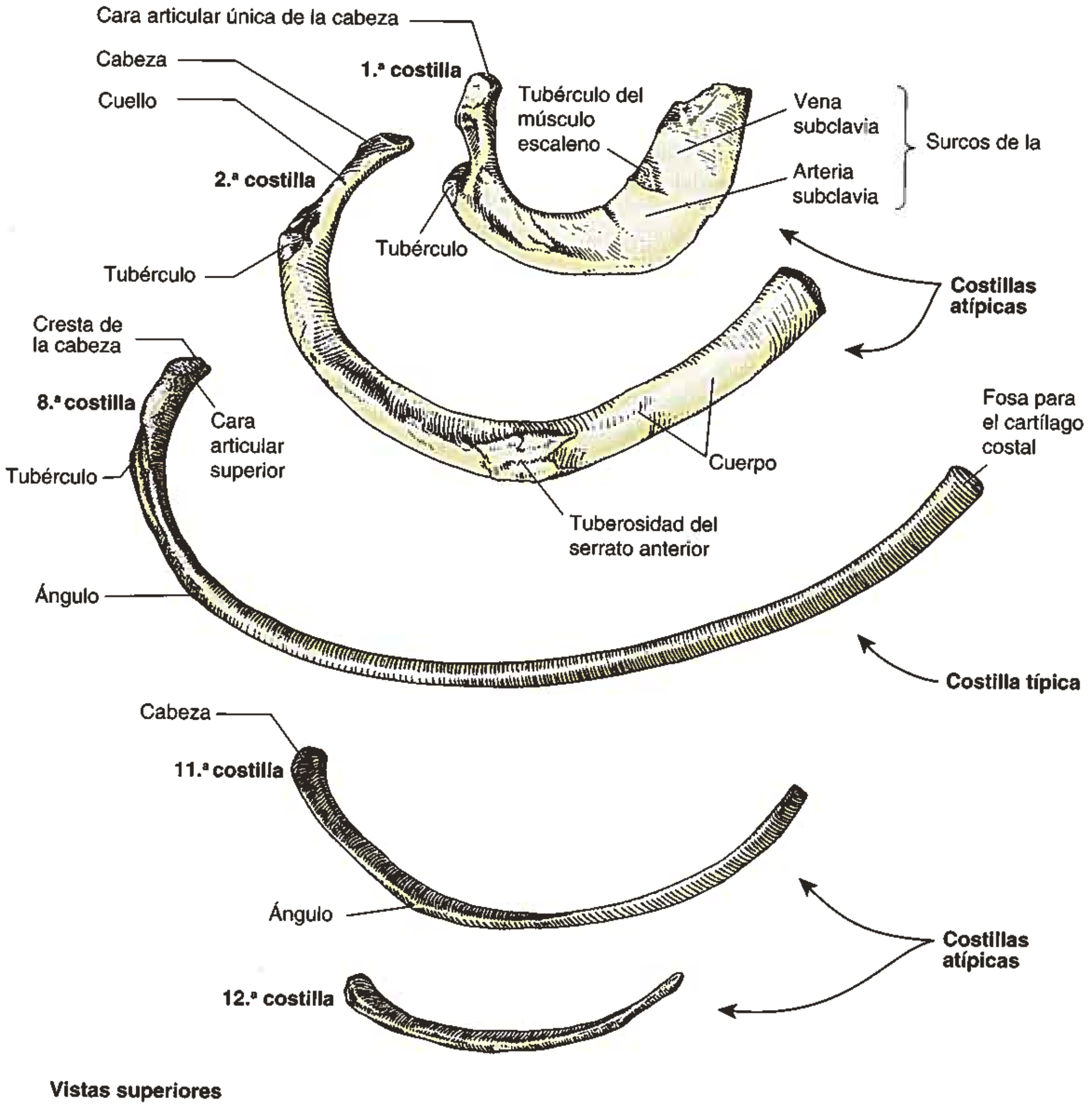

Cara articular única de la cabeza
Cabeza
Cuello
1.ª costilla
Tubérculo del músculo escaleno
Vena subclavia
Arteria subclavia
Surcos de la
2.ª costilla
Tubérculo
Tubérculo
Costillas atípicas
Cresta de la cabeza
8.ª costilla
Cara articular superior
Tubérculo
Cuerpo
Tuberosidad del serrato anterior
Fosa para el cartílago costal
Ángulo
Costilla típica
Cabeza
11.ª costilla
Ángulo
Costillas atípicas
12.ª costilla
Vistas superiores

FIGURA 1-3. **Costillas atípicas.** Las costillas 1.ª, 2.ª, 11.ª y 12.ª son diferentes de las costillas típicas (p. ej., la 8.ª costilla que se muestra en el centro).

- La *2.ª costilla* es más delgada, menos curva y más larga que la 1.ª costilla. Tiene dos caras articulares en su cabeza para la articulación con los cuerpos de las vértebras T1 y T2. Su característica más atípica es un área rugosa en su cara superior, la **tuberosidad del músculo serrato anterior,** en la cual tiene parcialmente su origen este músculo.
- Las *costillas 10.ª-12.ª*, al igual que la 1.ª costilla, tienen sólo una cara articular en sus cabezas y se articulan con una sola vértebra.
- Las *costillas 11.ª y 12.ª* son cortas y no presentan cuellos ni tubérculos.

Los **cartílagos costales** prolongan las costillas anteriormente y contribuyen a la elasticidad de la pared torácica, proporcionando una inserción flexible para sus terminaciones anteriores (extremos). La longitud de los cartílagos es creciente en los siete primeros, y decrece gradualmente en los siguientes. Los siete primeros cartílagos costales se insertan, de manera directa e independiente, en el esternón: el 8.º, 9.º y 10.º se articulan con los cartílagos costales inmediatamente por encima de ellos, formando el **arco costal** cartilaginoso, continuo y articulado (fig. 1-1A; v. también la figura 1-13). Los cartílagos costales 11.º y 12.º forman bulbos sobre las extremidades anteriores de las costillas correspondientes y no llegan a ponerse en contacto ni se articulan con ningún hueso ni cartílago. Los cartílagos costales de las costillas 1.ª-10.ª fijan claramente el extremo anterior de la costilla al esternón, limitando su movimiento al girar su extremo posterior alrededor del eje transversal de la costilla (fig. 1-5).

Los **espacios intercostales** separan las costillas y sus cartílagos costales entre sí (fig. 1-1A). Los espacios se denominan de acuerdo con la costilla que forma el borde superior del espacio —por ejemplo, el 4.º espacio intercostal está entre las costillas 4.ª y 5.ª. Hay 11 espacios intercostales y 11 nervios intercostales. Los espacios intercostales están ocupados por los músculos y las membranas intercostales, y dos grupos (principal y colateral) de vasos sanguíneos y nervios intercostales, que se identifican por el mismo número asignado al espacio. El espacio situado por debajo de la costilla 12.ª no se encuentra entre dos costillas y por eso se le denomina **espacio subcostal**, y el ramo anterior del nervio espinal T12 es el nervio subcostal. Los espacios intercostales son más amplios anterolateralmente, y se ensanchan todavía más durante la inspiración. También pueden ensancharse con la extensión y/o la flexión lateral de la columna vertebral torácica hacia el lado contralateral.

VÉRTEBRAS TORÁCICAS

La mayoría de las **vértebras torácicas** son vértebras típicas, ya que son independientes y tienen cuerpo, arco vertebral y siete apófisis para las uniones musculares y articulares (figs. 1-4 y 1-5). Los *detalles característicos de las vértebras torácicas* son:

- Dos *fositas costales (hemicarillas)* bilaterales *en los cuerpos vertebrales*, normalmente dos superiores y dos inferiores, para la articulación con las cabezas de las costillas.
- Las *fositas costales en sus apófisis transversas* para la articulación con los tubérculos de las costillas, excepto en las dos o tres vértebras torácicas inferiores.
- Unas *apófisis espinosas* largas inclinadas inferiormente.

Las **fositas costales superiores** e **inferiores,** la mayoria de las cuales son pequeñas *hemicarillas*, se presentan emparejadas bilateralmente, como superficies planas en los bordes posterolaterales superior e inferior de los cuerpos de las vértebras torácicas típicas (T2-9). Funcionalmente, las fositas se disponen en pares sobre las vértebras adyacentes, flanqueando un disco intervertebral interpuesto: una (hemi)carilla inferior de la vértebra superior y una (hemi)carilla superior de la vértebra inferior. Típicamente, dos hemicarillas emparejadas de esta forma y el borde posterolateral del disco intervertebral entre ellas forman una única fosa para recibir la cabeza de la costilla identificada con el mismo número que la vértebra inferior (p. ej., la cabeza de la 6.ª costilla con la carilla costal superior de la vértebra T6). Las vértebras torácicas atípicas tienen fositas costales completas en lugar de hemicarillas:

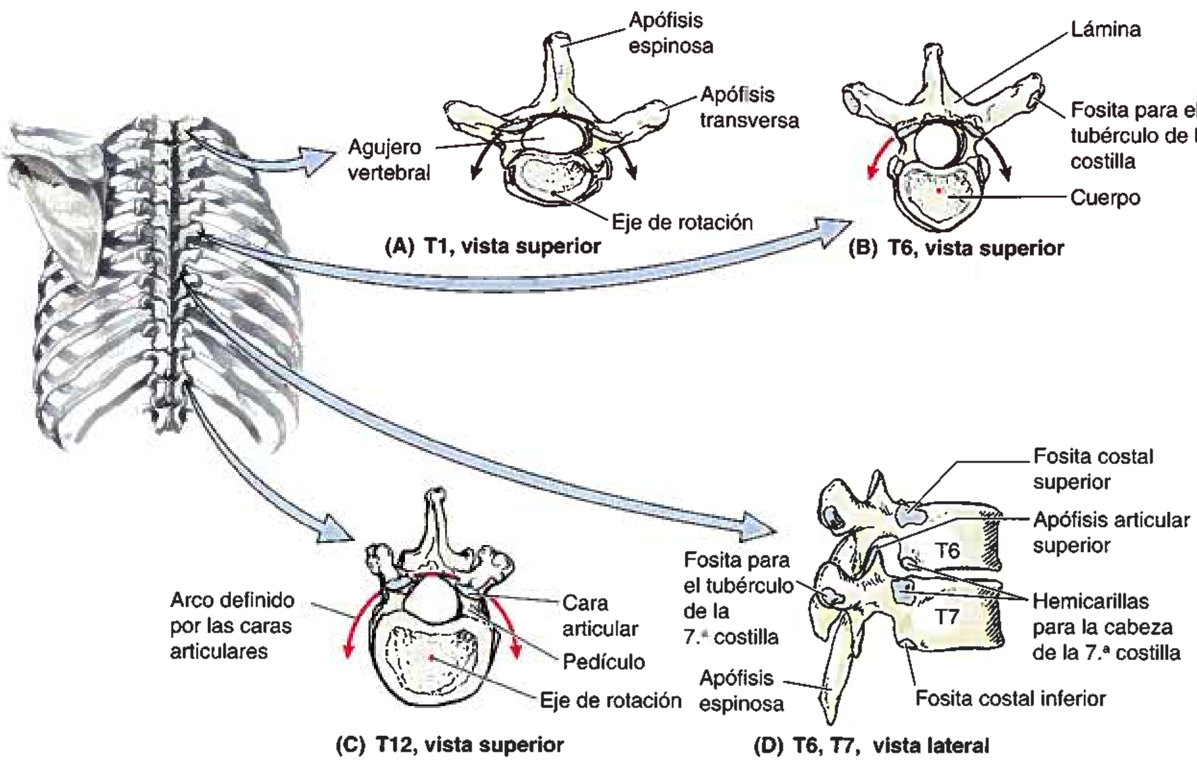
- Las fositas costales superiores de la vértebra T1 no son hemicarillas debido a que no hay hemicarillas por encima de la vértebra C7, y la 1.ª costilla se articula sólo con la vértebra T1. La T1 tiene una (hemi)carilla costal inferior típica.
- La T10 tiene un único par bilateral de fositas costales (enteras), situadas parcialmente en su cuerpo y parcialmente en su pedículo.
- T11 y T12 también tienen un único par de fositas costales (enteras), situadas en sus pedículos.

Las **apófisis espinosas** se proyectan desde los arcos vertebrales de las vértebras torácicas típicas (p. ej., T6 o T7), son largas e inclinadas inferiormente, y normalmente se solapan con la vértebra inferior (figs. 1-4D y 1-5). Recubren los intervalos entre las **láminas** de las vértebras adyacentes, evitando así que objetos cortantes como un cuchillo penetren en el *conducto vertebral* y lesionen la médula espinal. Las **caras articulares superiores** convexas de las **apófisis articulares superiores** se orientan sobre todo posteriormente y algo lateralmente, mientras que las **caras articulares inferiores** cóncavas de las **apófisis articulares inferiores** lo hacen sobre todo anteriormente y algo medialmente. Los planos articulares bilaterales entre las respectivas caras articulares de las vértebras torácicas adyacentes definen un arco, centrado en un eje de rotación dentro del cuerpo vertebral (fig. 1-4A a C). De ese modo pueden realizarse pequeños movimientos de rotación entre las vértebras adyacentes, limitados por la parrilla costal fijada a ellas.

ESTERNÓN

El **esternón** es el hueso plano y alargado verticalmente que forma la parte central de la porción anterior de la caja torácica (fig. 1-6). Recubre directamente y protege las vísceras mediastínicas en general y gran parte del corazón en particular. El esternón consta de tres porciones: manubrio, cuerpo y apófisis xifoides. En adolescentes y adultos jóvenes, las tres partes están unidas mediante articulaciones cartilaginosas (*sincondrosis*), que se osifican durante la edad adulta media o tardía.

El **manubrio** (como la empuñadura de una espada, con el cuerpo esternal formando la hoja) es un hueso más o menos trapezoidal. El manubrio es la porción más ancha y gruesa de las tres partes del esternón. La parte central cóncava del borde superior


Apófisis espinosa
Apófisis transversa
Agujero vertebral
Eje de rotación
Lámina
Fosita para el tubérculo de la costilla
Cuerpo
Fosita costal superior
Apófisis articular superior
T6
T7
Fosita para el tubérculo de la 7.ª costilla
Hemicarillas para la cabeza de la 7.ª costilla
Apófisis espinosa
Fosita costal inferior
Arco definido por las caras articulares
Cara articular
Pedículo
Eje de rotación

(A) T1, vista superior

(B) T6, vista superior

(C) T12, vista superior

(D) T6, T7, vista lateral

FIGURA 1-4. Vértebras torácicas. **A.** T1 tiene un agujero y un cuerpo vertebral similares en forma y tamaño a una vértebra cervical. **B.** Las vértebras T5-9 poseen las características típicas de las vértebras torácicas. **C.** T12 tiene apófisis óseas y cuerpo similares a una vértebra lumbar. Los planos de las caras articulares de las vértebras torácicas definen un arco *(flechas rojas)* alrededor de un eje que atraviesa verticalmente los cuerpos vertebrales. **D.** Fositas costales superior e inferior (hemicarillas) en el cuerpo vertebral y fositas costales en las apófisis transversas. Las apófisis espinosas largas e inclinadas son características de las vértebras torácicas.

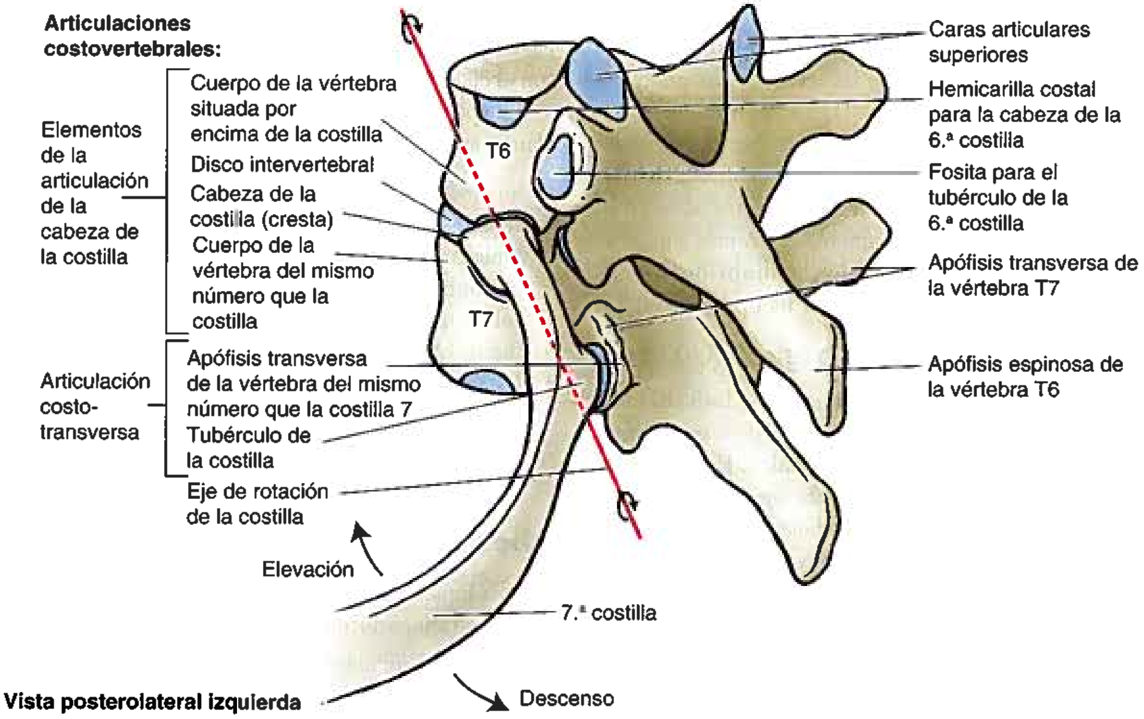
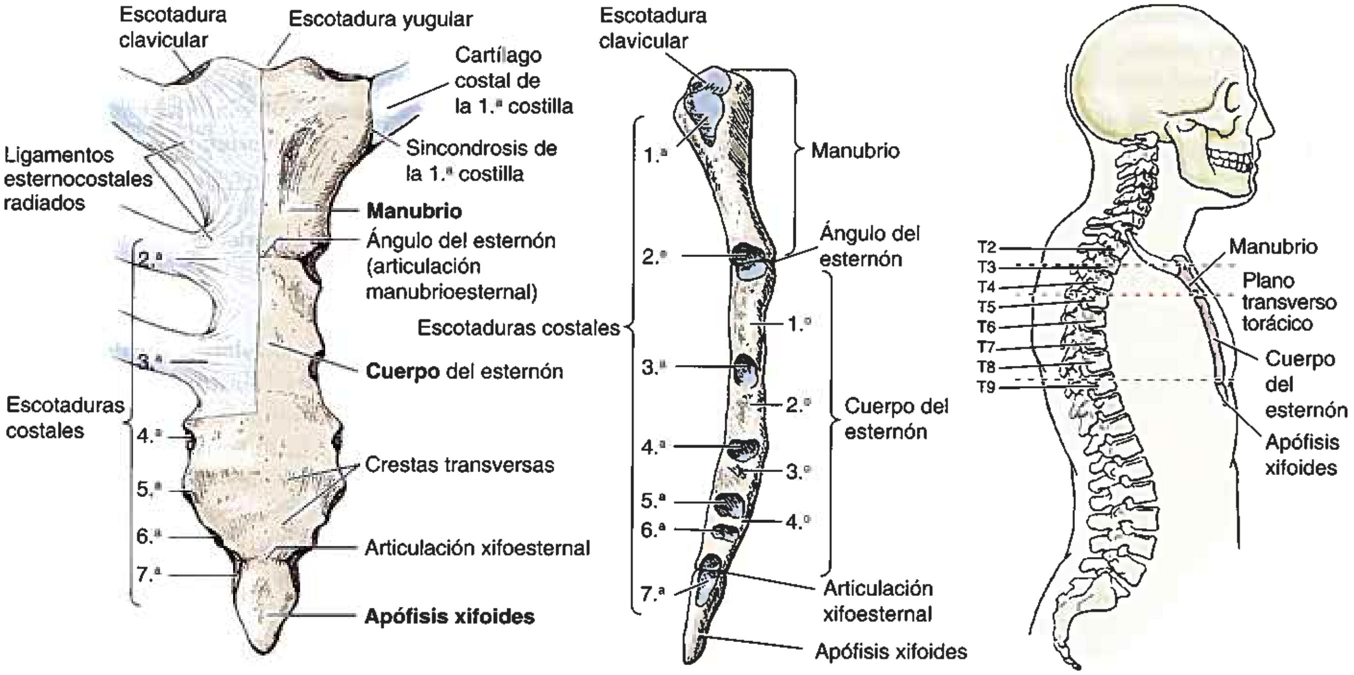

Articulaciones costovertebrales:
Elementos de la articulación de la cabeza de la costilla
Cuerpo de la vértebra situada por encima de la costilla
Disco intervertebral
Cabeza de la costilla (cresta)
Cuerpo de la vértebra del mismo número que la costilla
Articulación costo-transversa
Apófisis transversa de la vértebra del mismo número que la costilla 7
Tubérculo de la costilla
Eje de rotación de la costilla
Elevación
T6
T7
Caras articulares superiores
Hemicarilla costal para la cabeza de la 6.ª costilla
Fosita para el tubérculo de la 6.ª costilla
Apófisis transversa de la vértebra T7
Apófisis espinosa de la vértebra T6
7.ª costilla
Vista posterolateral izquierda
Descenso

FIGURA 1-5. Articulaciones costovertebrales de una costilla típica. Las articulaciones costovertebrales comprenden la articulación de la cabeza de la costilla, en la cual la cabeza se articula con los dos cuerpos vertebrales adyacentes y el disco intervertebral que hay entre ellas, y la articulación costotransversa, en la cual el tubérculo de la costilla se articula con la apófisis transversa de una vértebra. La costilla se mueve (elevación y descenso) alrededor de un eje que atraviesa la cabeza y el cuello de la costilla *(flechas)*.


Escotadura clavicular
Escotadura yugular
Cartílago costal de la 1.ª costilla
Ligamentos esternocostales radiados
Sincondrosis de la 1.ª costilla
Manubrio
Ángulo del esternón (articulación manubrioesternal)
2.ª
Escotaduras costales
3.ª
Cuerpo del esternón
Escotaduras costales
4.ª
5.ª
6.ª
7.ª
Crestas transversas
Articulación xifoesternal
Apófisis xifoides
Escotadura clavicular
1.ª
Manubrio
Ángulo del esternón
2.ª
1.º
3.ª
2.º
Cuerpo del esternón
4.ª
3.º
5.ª
6.ª
4.º
7.ª
Articulación xifoesternal
Apófisis xifoides
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
Manubrio
Plano transverso torácico
Cuerpo del esternón
Apófisis xifoides

(A) Vista anterior **(B) Vista lateral** **(C) Vista lateral**

FIGURA 1-6. Esternón. A. Las bandas membranosas, delgadas y anchas, de los ligamentos esternocostales radiados van desde los cartílagos costales hasta las superficies anterior y posterior del esternón, como podemos ver en el lado superior derecho. **B.** Nótese el grosor del tercio superior del manubrio entre las escotaduras claviculares. **C.** Relación entre el esternón y la columna vertebral.

del manubrio, la que se palpa más fácilmente, es la **escotadura yugular (escotadura supraesternal).** La escotadura se acentúa por los extremos mediales (esternales) de las clavículas, las cuales son más grandes que las relativamente pequeñas **escotaduras claviculares** del manubrio que las reciben, formando las *articulaciones esternoclaviculares* (fig. 1-1A). Inferolateral a la escotadura clavicular, el cartílago costal de la 1.ª costilla está fuertemente unido al borde lateral del manubrio —la **sincondrosis de la 1.ª costilla** (figs. 1-1A y 1-6A). El manubrio y el cuerpo del esternón se hallan en planos ligeramente diferentes superior e inferiormente a su unión, la **articulación manubrioestrenal** (fig. 1-6A y B); por lo tanto, su unión forma una proyección, el **ángulo del esternón** (de Louis).

El **cuerpo** del esternón es más largo, más estrecho y más delgado que el manubrio, y está localizado a nivel de las vértebras T5-9 (fig. 1-6A a C). Su anchura es variable debido a sus bordes laterales festoneados por las **escotaduras costales.** En las personas jóvenes son evidentes cuatro *esternebras* (segmentos primordiales del esternón). Las esternebras se articulan una con otra en las articulaciones cartilaginosas primarias (*sincondrosis esternales*). Estas articulaciones empiezan a fusionarse desde el extremo inferior entre la pubertad (madurez sexual) y los 25 años de edad. La superficie anterior casi plana del cuerpo del esternón está marcada en los adultos por tres **crestas transversas** variables (fig. 1-6A), que representan las líneas de fusión (*sinostosis*) de sus cuatro esternebras, originalmente separadas.

La **apófisis xifoides,** la porción más pequeña y variable del esternón, es alargada y delgada. Su extremo inferior se encuentra al nivel de la vértebra T10. Aunque a menudo es puntiaguda, la apófisis puede ser roma, bífida, curvada o estar desviada hacia un lado o anteriormente. En las personas jóvenes la apófisis es cartilaginosa, pero en los adultos mayores de 40 años está más o menos osificada. En las personas ancianas, la apófisis xifoides puede estar fusionada con el cuerpo del esternón.

La apófisis xifoides es un importante punto de referencia del plano medio debido a que:

- Su unión con el cuerpo del esternón en la **articulación xifoesternal** señala el límite inferior de la parte central de la cavidad torácica proyectado en la pared anterior del cuerpo; esta unión es también la localización del **ángulo infraesternal** (ángulo subcostal) formado por los arcos costales derecho e izquierdo (fig. 1-1A).
- Es un marcador de la línea media para el límite superior del hígado, el centro tendinoso del diafragma y el borde inferior del corazón.

Aberturas torácicas

La caja torácica proporciona una pared periférica completa, pero está abierta superiormente e inferiormente. La abertura superior, mucho más pequeña, es un lugar de paso que permite la comunicación con el cuello y los miembros superiores. La abertura inferior, más grande, proporciona el origen del diafragma, similar a un anillo, que cierra completamente la abertura. Los desplazamientos del diafragma controlan fundamentalmente el volumen y la presión interna de la cavidad torácica, proporcionando la base para la respiración corriente (intercambio de aire).

ABERTURA TORÁCICA SUPERIOR

La **abertura (orificio) torácica superior** está limitada (fig. 1-7):

- Posteriormente, por la vértebra T1, cuyo cuerpo protruye anteriormente en la abertura.
- Lateralmente, por el 1.er par de costillas y sus cartílagos costales.
- Anteriormente, por el borde superior del manubrio.

Las estructuras que pasan entre la cavidad torácica y el cuello a través de la abertura torácica superior, oblicua y en forma de riñón, son la tráquea, el esófago, los nervios y los vasos que proporcionan inervación, irrigación y drenaje a la cabeza, el cuello y los miembros superiores.

La abertura torácica superior del adulto mide aproximadamente 6,5 cm anteroposteriormente y 11 cm transversalmente. Para visualizar el tamaño de esta abertura, adviértase que es ligeramente más grande de lo necesario para permitir el paso de un bloque de madera de aproximadamente 5 × 10 cm. Debido a la oblicuidad del 1.er par de costillas, la abertura se inclina anteroinferiormente.

ABERTURA TORÁCICA INFERIOR

La **abertura (orificio) torácica inferior,** la *salida torácica* de los anatomistas, está limitada:

- Posteriormente, por la 12.ª vértebra torácica, cuyo cuerpo protruye anteriormente en la abertura.
- Posterolateralmente, por los pares de costillas 11.º y 12.º.
- Anterolateralmente, por la unión de los cartílagos costales de las costillas 7-10, que forman los arcos costales.
- Anteriormente, por la articulación xifoesternal.

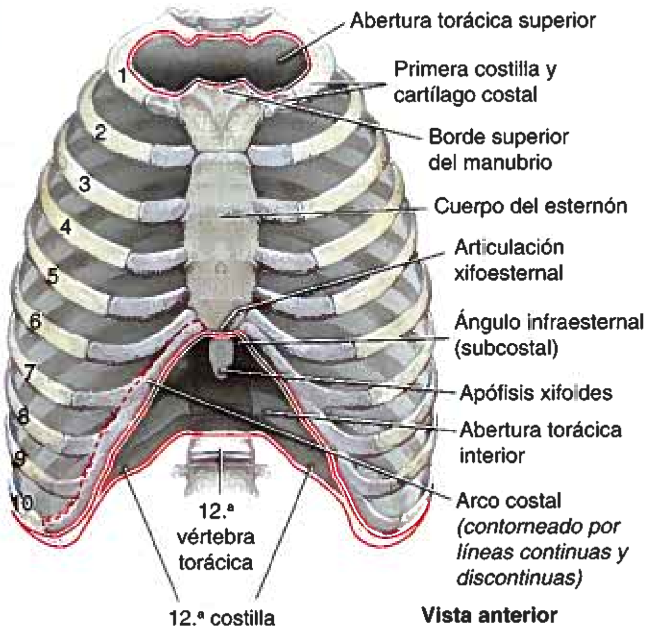

Abertura torácica superior
Primera costilla y cartílago costal
Borde superior del manubrio
Cuerpo del esternón
Articulación xifoesternal
Ángulo infraesternal (subcostal)
Apófisis xifoides
Abertura torácica interior
Arco costal (contorneado por líneas continuas y discontinuas)
Vista anterior
12.ª vértebra torácica
12.ª costilla
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

FIGURA 1-7. Aberturas del tórax. La abertura torácica superior es «el portal» entre la cavidad torácica y el cuello y el miembro superior. La abertura torácica inferior proporciona inserción al diafragma, el cual se proyecta hacia arriba y permite a la caja torácica proteger a las vísceras abdominales más altas (p. ej., el hígado). La barrera cartilaginosa continua formada por los cartílagos articulados de las costillas 7.ª-10.ª (falsas) forma el arco costal.

La abertura torácica inferior es mucho más espaciosa que la abertura torácica superior y tiene un contorno irregular. También es oblicua debido a que la pared torácica posterior es mucho más larga que la anterior. Al cerrar la abertura torácica inferior, el diafragma separa las cavidades torácica y abdominal casi por completo. Las estructuras que pasan hacia o desde el tórax al abdomen lo hacen a través de las aberturas que atraviesan el diafragma (p. ej., el esófago y la vena cava inferior), o pasan posteriormente a él (p. ej., la aorta).

Al igual que a menudo se sobrestima el tamaño de la cavidad torácica (o de su contenido), su extensión inferior (que corresponde al límite entre las cavidades torácica y abdominal) también se calcula con frecuencia de forma incorrecta debido a la discrepancia entre la abertura torácica inferior y la ubicación del diafragma (suelo de la cavidad torácica) en las personas vivas. Aunque el diafragma tiene su origen en las estructuras que constituyen la abertura torácica inferior, las cúpulas del diafragma ascienden hasta el nivel del 4.º espacio intercostal, y algunas vísceras abdominales, como el hígado, el bazo y el estómago, se sitúan por encima del plano de la abertura torácica inferior, dentro de la pared torácica (fig. 1-1A y B).

Articulaciones de la pared torácica

Aunque los movimientos de las articulaciones de la pared torácica son frecuentes —por ejemplo, asociados a la respiración normal— el grado de movimiento de cada articulación considerada individualmente es relativamente pequeño. No obstante, cualquier alteración que reduzca la movilidad de estas articulaciones interfiere con la respiración. Durante la respiración profunda, los movimientos de la caja torácica (anteriormente, superiormente o lateralmente) son considerables. Al extender la columna vertebral se aumenta adicionalmente el diámetro anteroposterior del tórax. Las articulaciones de la pared torácica se ilustran en la figura 1-8. El tipo, las superficies articulares implicadas y los ligamentos de las articulaciones de la pared torácica se detallan en la tabla 1-1.

Las *articulaciones intervertebrales* entre los cuerpos de las vértebras adyacentes están unidas por ligamentos longitudinales y por *discos intervertebrales*. Estas articulaciones se estudian junto con el dorso en el capítulo 4; las articulaciones esternoclaviculares se estudian en el capítulo 6.

ARTICULACIONES COSTOVERTEBRALES

Una costilla típica se articula posteriormente con la columna vertebral mediante dos articulaciones: la articulación de la cabeza de la costilla y la articulación costotransversa (fig. 1-5).

Articulaciones de las cabezas de las costillas. La *cabeza de la costilla* se articula con la *fosita costal superior* de la vértebra correspondiente (del mismo número), con la *fosita costal inferior* de la vértebra superior a ella, y con el disco intervertebral adyacente que une las dos vértebras (figs. 1-4 y 1-8A). Por ejemplo, la cabeza de la 6.ª costilla se articula con la fosita costal superior del cuerpo de la vértebra T6, con la fosita costal inferior de la T5 y con el disco intervertebral situado entre estas dos vértebras. La cresta de la cabeza de la costilla se une al disco intervertebral por un **ligamento intraarticular de la cabeza de la costilla** dentro de la articulación, dividiendo este espacio cerrado en dos cavidades sinoviales.

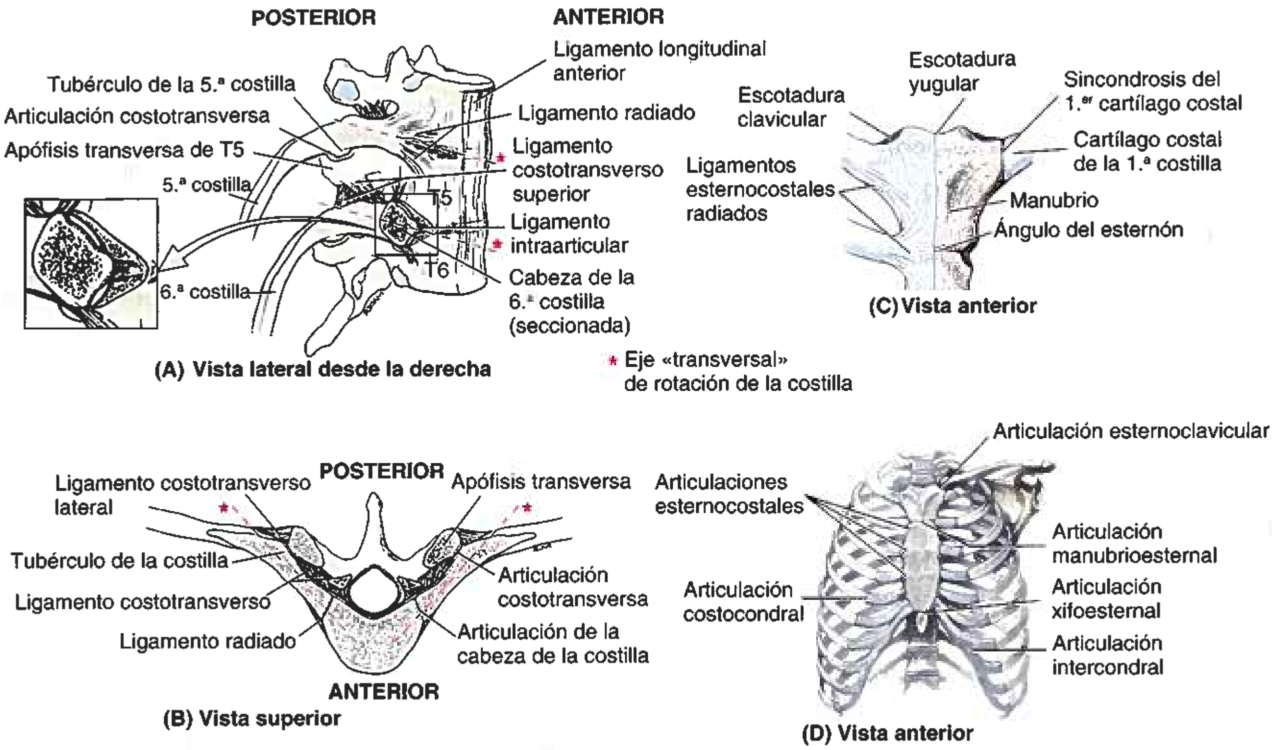

POSTERIOR
ANTERIOR
Tubérculo de la 5.ª costilla
Articulación costotransversa
Apófisis transversa de T5
5.ª costilla
6.ª costilla
T5
T6
Ligamento longitudinal anterior
Ligamento radiado
Ligamento costotransverso superior
Ligamento intraarticular
Cabeza de la 6.ª costilla (seccionada)
(A) Vista lateral desde la derecha
* Eje «transversal» de rotación de la costilla
Escotadura clavicular
Escotadura yugular
Sincondrosis del 1.er cartílago costal
Cartílago costal de la 1.ª costilla
Ligamentos esternocostales radiados
Manubrio
Ángulo del esternón
(C) Vista anterior
POSTERIOR
Ligamento costotransverso lateral
Apófisis transversa
Tubérculo de la costilla
Ligamento costotransverso
Ligamento radiado
Articulación costotransversa
Articulación de la cabeza de la costilla
ANTERIOR
(B) Vista superior
Articulación esternoclavicular
Articulaciones esternocostales
Articulación manubrioesternal
Articulación costocondral
Articulación xifoesternal
Articulación intercondral
(D) Vista anterior

FIGURA 1-8. Articulaciones de la pared torácica.

TABLA 1-1. ARTICULACIONES DE LA PARED TORÁCICA

Articulación	Tipo	Unión articular	Ligamentos	Comentarios
Intervertebral (de las vértebras T1-12)	Sínfisis (articulación cartilaginosa secundaria)	Cuerpos vertebrales adyacentes unidos por el disco intervertebral	Longitudinales anterior y posterior	El movimiento se limita básicamente a pequeños grados de rotación
Costovertebral De la cabeza de la costilla	Articulación sinovial plana	Cabeza de cada costilla con la fosita costal superior del cuerpo vertebral correspondiente y con la fosita costal inferior del cuerpo vertebral superior a ella y el disco intervertebral entre ellas	Radiado e intraarticular de la cabeza de la costilla	Las cabezas de las 1.ª, 11.ª y 12.ª costillas (en ocasiones también la 10.ª) se articulan sólo con el cuerpo vertebral del mismo número
Costotransversa		Tubérculo de la costilla con la apófisis transversa de la vértebra del mismo número	Costotransversos; costotransversos lateral y superior	Las costillas 11.ª y 12.ª no se articulan con la apófisis transversa de la vértebra del mismo número
Costocondral	Articulación cartilaginosa primaria (hialina)	Extremo lateral del cartílago costal con el extremo esternal de la costilla	Cartílago y hueso unidos por periostio	Normalmente no hay movimiento en esta articulación; el cartílago costal la dota de flexibilidad
Intercondral	Articulación sinovial plana	Entre los cartílagos costales de las costillas 6.ª-7.ª, 7.ª-8.ª, y 8.ª-9.ª	Intercondrales	La articulación entre los cartílagos costales de las 9.ª-10.ª costillas es fibrosa
Esternocostal	1.ª: articulación cartilaginosa primaria (sincondrosis)	1.er cartílago costal con el manubrio del esternón		
	2.ª-7.ª: articulación plana sinovial	2.º-7.º cartílagos costales con el esternón	Esternocostales radiados anterior y posterior; intraarticular	A menudo faltan las cavidades articulares; superficies articulares recubiertas de fibrocartílago
Esternoclavicular	Articulación sinovial en silla de montar	Extremidad esternal de la clavícula con el manubrio y el 1.er cartílago costal	Esternoclaviculares anterior y posterior; costoclavicular	La articulación está dividida en dos compartimientos por un disco articular
Manubrioesternal	Articulación cartilaginosa secundaria (sínfisis)	Entre el manubrio y el cuerpo del esternón		En ancianos, a menudo se fusionan y se convierten en sinostosis
Xifoesternal	Articulación cartilaginosa primaria (sincondrosis)	Entre la apófisis xifoides y el cuerpo del esternón		

La *membrana fibrosa de la cápsula articular* es más fuerte anteriormente, donde forma un **ligamento radiado de la cabeza de la costilla** que se abre en abanico desde el borde anterior de la cabeza de la costilla hacia los lados de los cuerpos de dos vértebras y el disco intervertebral que hay entre ellas (figs. 1-8A y B). Las cabezas de las costillas se unen tan estrechamente a los cuerpos vertebrales que sólo permiten leves movimientos de deslizamiento en las (hemi)carillas (girando alrededor del ligamento intraarticular) de las articulaciones de las cabezas de las costillas; sin embargo, incluso estos leves movimientos pueden producir un desplazamiento relativamente grande del extremo distal (esternal o anterior) de una costilla.

Articulaciones costotransversas. Existen abundantes ligamentos laterales a las porciones posteriores (arcos vertebrales) de las vértebras que refuerzan estas articulaciones y limitan sus movimientos, pues sólo poseen unas finas cápsulas articulares. El **ligamento costotransverso,** que pasa desde el cuello de la costilla hasta la apófisis transversa, y el **ligamento costotransverso lateral,** que pasa desde el tubérculo de la costilla hasta el vértice de la apófisis transversa, fortalecen las caras anterior y posterior de la articulación, respectivamente. El **ligamento costotransverso superior** es una banda ancha que une la cresta del cuello de la costilla a la apófisis transversa superior a ella. La abertura que se forma entre este ligamento y la vértebra permite el paso del nervio espinal y de la rama posterior de la arteria intercostal. El ligamento costotransverso superior puede dividirse en un *ligamento costotransverso anterior fuerte* y un *ligamento costotransverso posterior débil*.

Los fuertes ligamentos costotransversos que unen estas articulaciones limitan sus movimientos a un leve deslizamiento. Sin embargo, las superficies articulares de los tubérculos de las seis costillas superiores son convexos y encajan en las concavidades de las apófisis transversas (fig. 1-9). Como resultado, se produce la rotación alrededor de un eje transversal en su mayor parte que atraviesa el ligamento intraarticular y la cabeza y el cuello de la costilla (fig. 1-8A y B). Esto produce movimientos de elevación y descenso de los extremos esternales de las costillas y del esternón en un plano sagital (*movimiento de palanca de bomba de agua*) (fig. 1-10A y C). Las superficies articulares planas de los tubérculos y las apófisis transversas de las costillas 7.ª-10.ª permiten el deslizamiento (figura 1-9), produciendo la elevación y el descenso de las porciones más laterales de estas costillas en un plano transversal (*movimiento de asa de cubo*) (fig. 1-10B y C).

ARTICULACIONES ESTERNOCOSTALES

El 1.er par de cartílagos costales se articula con el manubrio por medio de una fina y densa lámina de fibrocartílago fuertemente adherido interpuesto entre el cartílago y el manubrio, la **sincondrosis de la 1.ª costilla.** Los pares 2.º-7.º de cartílagos costales se articulan con el esternón por medio de articulaciones sinoviales, con superficies articulares fibrocartilaginosas en ambas caras, condral y esternal, que permiten el movimiento durante la respiración. Las débiles cápsulas articulares de estas articulaciones se espesan anterior y posteriormente para formar los **ligamentos esternocostales radiados.** Éstos continúan como bandas finas y anchas que pasan desde los cartílagos costales hasta las superficies anterior y posterior del esternón, formando una cubierta, parecida a un fieltro, para este hueso.

Movimientos de la pared torácica

Los movimientos de la pared torácica y del diafragma durante la inspiración aumentan el volumen intratorácico y los diámetros del tórax (fig. 1-10D y F). En consecuencia, los cambios de presión provocan alternativamente la aspiración de aire hacia el interior de los pulmones (*inspiración*), a través de la nariz, la boca, la laringe y la tráquea, y su expulsión de los pulmones (*espiración*) a través de los mismos conductos. Durante la espiración pasiva, el diafragma, los músculos intercostales y otros, se relajan, con lo que disminuye el volumen intratorácico y aumenta la *presión intratorácica* (fig. 1-10E y C). Al mismo tiempo, la *presión intraabdominal* disminuye y las vísceras abdominales se descomprimen. El tejido elástico de los pulmones, que estaba expandido, se retrae, y se expele la mayor parte del aire.

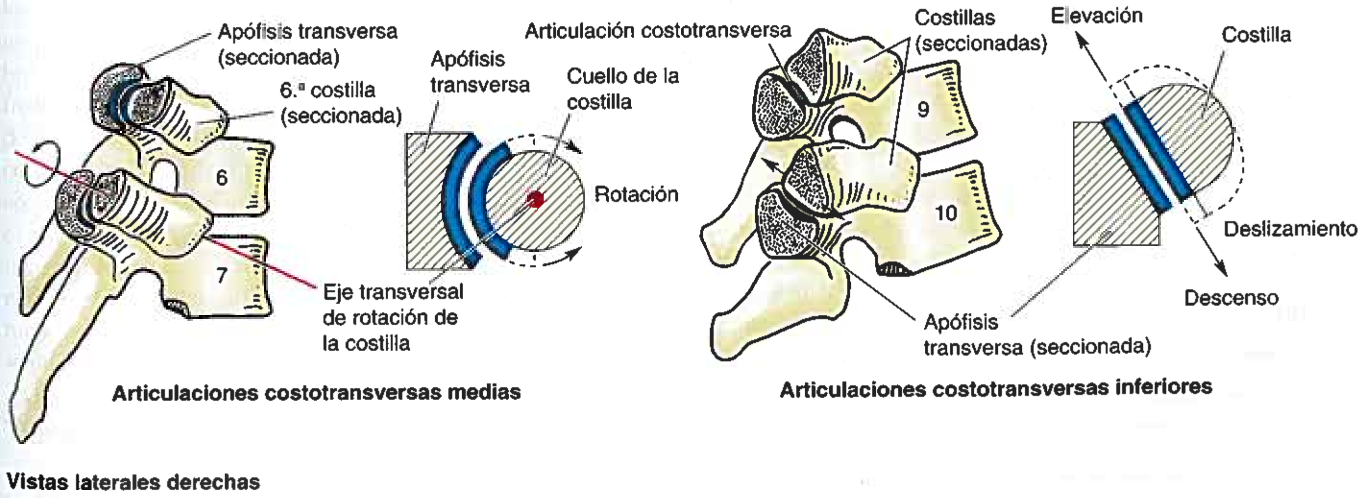

Apófisis transversa (seccionada)
6.ª costilla (seccionada)
6
7
Apófisis transversa
Articulación costotransversa
Cuello de la costilla
Rotación
Eje transversal de rotación de la costilla
Articulaciones costotransversas medias
Costillas (seccionadas)
9
10
Elevación
Costilla
Deslizamiento
Descenso
Apófisis transversa (seccionada)
Articulaciones costotransversas inferiores
Vistas laterales derechas

FIGURA 1-9. Articulaciones costotransversas. La estructura de las superficies articulares, que se muestran en cortes sagitales de las articulaciones costotransversas, pone de manifiesto que las costillas 1.ª-7.ª rotan alrededor de un eje que atraviesa longitudinalmente el cuello de la costilla *(izquierda)*, mientras que las costillas 8.ª-10.ª se deslizan *(derecha)*.

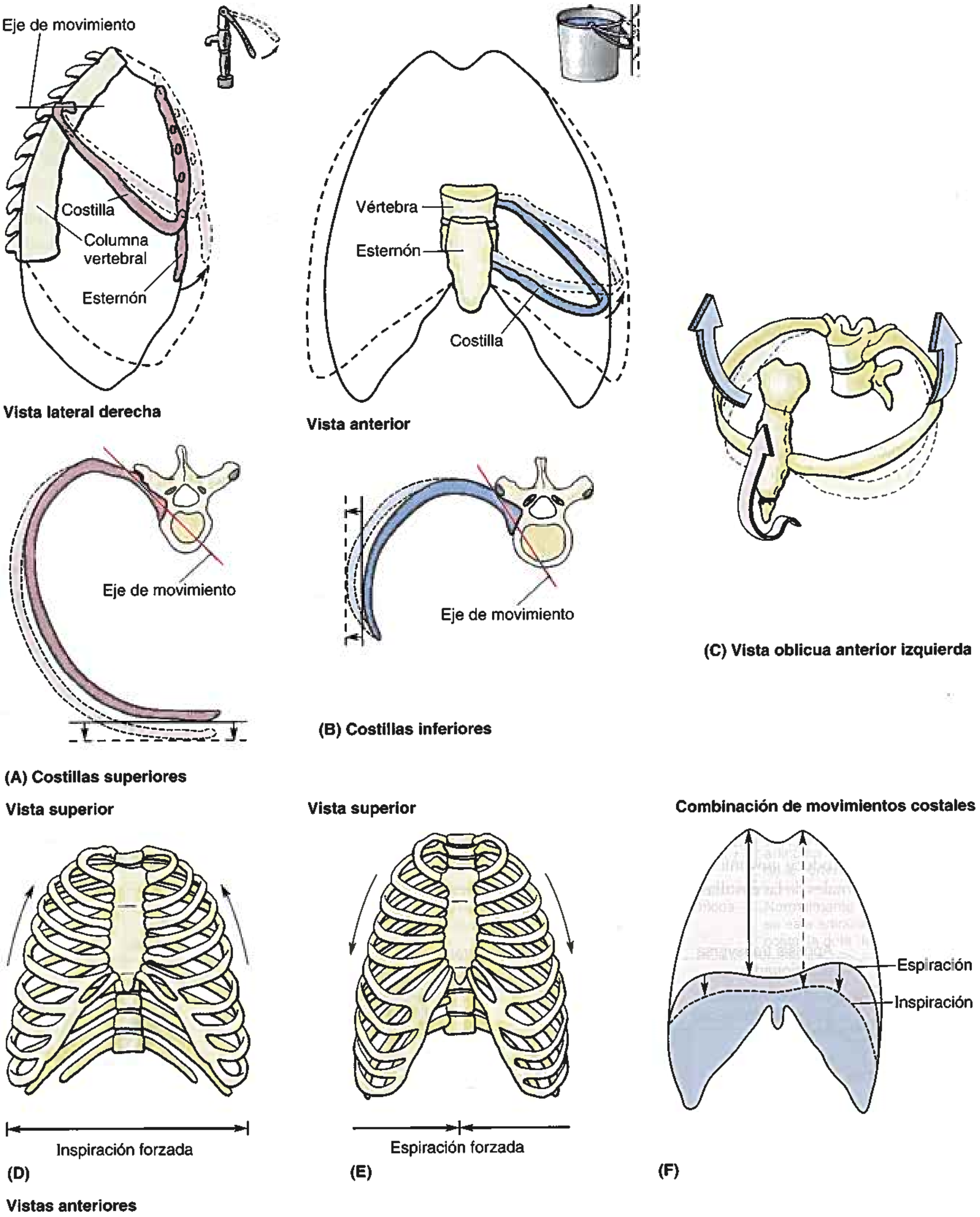

Eje de movimiento
Costilla
Columna vertebral
Esternón
Vista lateral derecha
Eje de movimiento
(A) Costillas superiores
Vértebra
Esternón
Costilla
Vista anterior
Eje de movimiento
(B) Costillas inferiores
(C) Vista oblicua anterior izquierda
Vista superior
Vista superior
Combinación de movimientos costales
Espiración
Inspiración
Inspiración forzada
(D)
Espiración forzada
(E)
(F)
Vistas anteriores

FIGURA 1-10. **Movimientos de la pared torácica. A.** Cuando se elevan las costillas superiores aumenta el diámetro anteroposterior del tórax (movimiento de palanca de bomba de agua), inferiormente se produce un desplazamiento (incremento) mayor, en el extremo de la palanca de bomba de agua. **B.** Las porciones medias de las costillas inferiores se mueven lateralmente cuando están elevadas, aumentando el diámetro transverso (movimiento de asa de cubo). **C.** La combinación de los movimientos de la costilla *(flechas)* que suceden durante la inspiración forzada aumentan los diámetros anteroposterior y transverso de la caja torácica. **D.** El tórax se expande durante la inspiración forzada en la medida en que se elevan las costillas *(flechas)*. **E.** El tórax se estrecha durante la espiración a medida que descienden las costillas *(flechas)*. **F.** El movimiento principal de la inspiración (en reposo o forzada) es la contracción del diafragma, que aumenta el diámetro vertical de la cavidad torácica *(flechas)*. Cuando el diafragma se relaja, la descompresión de las vísceras abdominales empuja el diafragma hacia arriba, reduciendo el diámetro vertical para la espiración.

El *diámetro vertical* (altura) de la parte central de la cavidad torácica aumenta durante la inspiración a medida que el diafragma desciende al contraerse, comprimiendo las vísceras abdominales (fig. 1-10F). Durante la espiración, el diámetro vertical vuelve a su posición neutra a medida que la retracción de los pulmones genera una presión subatmosférica en las cavidades pleurales, entre los pulmones y la pared torácica. Como resultado de ello y de la ausencia de resistencia sobre las vísceras previamente comprimidas, las cúpulas del diafragma ascienden y se reduce el diámetro vertical.

El *diámetro anteroposterior* del tórax aumenta considerablemente cuando se contraen los músculos intercostales. El movimiento de las costillas (fundamentalmente 2.ª-6.ª) en las articulaciones costovertebrales, alrededor de un eje que pasa a través del cuello de las costillas, hace que los extremos anteriores de las costillas asciendan —el *movimiento de palanca de bomba de agua* (fig. 1-10A y C). Debido a que las costillas se inclinan inferiormente, su elevación provoca también un movimiento anteroposterior del esternón, en especial de su extremo inferior, con un ligero movimiento que en las personas jóvenes tiene lugar en la articulación manubrioesternal, cuando la articulación aún no se ha fusionado.

El *diámetro transverso* del tórax también aumenta ligeramente cuando se contraen los músculos intercostales, elevando las partes medias (las más laterales) de las costillas (en especial las más inferiores) —el *movimiento de asa de cubo* (fig. 1-10B y C). La combinación de todos estos movimientos mueve la caja torácica anteriormente, superiormente y lateralmente (fig. 1-10C y F).

PARED TORÁCICA

Dolor torácico

Aunque el dolor torácico puede deberse a una enfermedad pulmonar, probablemente sea el síntoma más importante de enfermedad cardíaca (Swartz, 2005). Sin embargo, el dolor torácico también puede producirse en trastornos intestinales, biliares y musculoesqueléticos. Al evaluar a un paciente con dolor torácico, la exploración se orienta fundamentalmente a discernir entre trastornos graves y las muchas otras causas menos importantes de dolor. Las personas que han padecido un *infarto de miocardio* describen frecuentemente el dolor asociado como un «dolor opresivo» retroesternal (profundo al esternón) que no desaparece con el reposo.

Fracturas de costilla

La 1.ª costilla, corta y ancha, posteroinferior a la clavícula, se fractura rara vez debido a su posición protegida (no puede palparse). No obstante, cuando se fractura pueden lesionarse las estructuras que atraviesan su cara superior, como los nervios del plexo braquial y los vasos subclavios que van al miembro superior. Las costillas medias son las que se fracturan con mayor frecuencia. Las *fracturas de costilla* son, normalmente, el resultado de lesiones por golpes o compresión. La porción más débil de una costilla es la situada justamente anterior a su ángulo; no obstante, una acción violenta directa puede fracturarla en cualquier localización, y el extremo fracturado puede lesionar órganos internos como el pulmón y/o el bazo. Las fracturas de las costillas inferiores pueden rasgar el diafragma y producir una *hernia diafragmática* (v. cap. 2). Las fracturas de las costillas son dolorosas debido a que las partes fracturadas se mueven durante la respiración y al toser, reír o estornudar.

Tórax batiente

Una *fractura múltiple de costillas* puede permitir que un segmento importante de la pared torácica anterior y/o lateral se mueva libremente. El segmento suelto de la pared se mueve de forma paradójica (hacia dentro en la inspiración y hacia fuera en la espiración). El *tórax batiente* constituye una lesión extremadamente dolorosa y afecta la ventilación, de modo que se altera la oxigenación de la sangre. Durante el tratamiento, el segmento suelto debe fijarse mediante ganchos y/o alambres para inmovilizarlo.

Toracotomía, incisiones en el espacio intercostal y extirpación de una costilla

La *toracotomía* es la creación quirúrgica de una abertura en la pared torácica para acceder a la cavidad pleural (fig. C1-1). Una *toracotomía anterior* puede implicar la realización de un corte en forma de H a través del pericondrio de uno o más cartílagos costales y soltar los segmentos del cartílago costal para acceder a la cavidad torácica. (v. fig. 1-13).

Las caras posterolaterales de los espacios intercostales 5.°-7.° son localizaciones importantes para las incisiones para una *toracotomía posterior*. Generalmente, la vía de acceso lateral es la más satisfactoria para penetrar en la cavidad torácica (fig. C1-1). Con el paciente tendido sobre el costado contralateral se abduce el miembro superior completamente, colocando el antebrazo al lado de la cabeza del paciente. Esta posición eleva y rota lateralmente el ángulo inferior de la escápula, permitiendo el acceso hasta el 4.° espacio intercostal.

Los cirujanos utilizan una incisión en forma de H para abrir la cara superficial del periostio que envuelve la costilla, quitan el periostio de la costilla y luego extirpan un amplio segmento de costilla, obteniendo así un mejor acceso, que puede ser necesario para entrar en la cavidad torácica y extirpar un pulmón (*neumonectomía*), por ejemplo. En ausencia de costilla, puede entrarse en la cavidad torácica a través de la cara profunda de la vaina perióstica, respetando los músculos intercostales adyacentes. Tras la operación, las porciones de costilla perdidas se regeneran a partir del periostio intacto, aunque de forma imperfecta.

Costillas supernumerarias

Normalmente, las personas tienen 12 costillas a cada lado, aunque este número puede aumentar por la presencia de costillas cervicales y/o lumbares, o disminuir

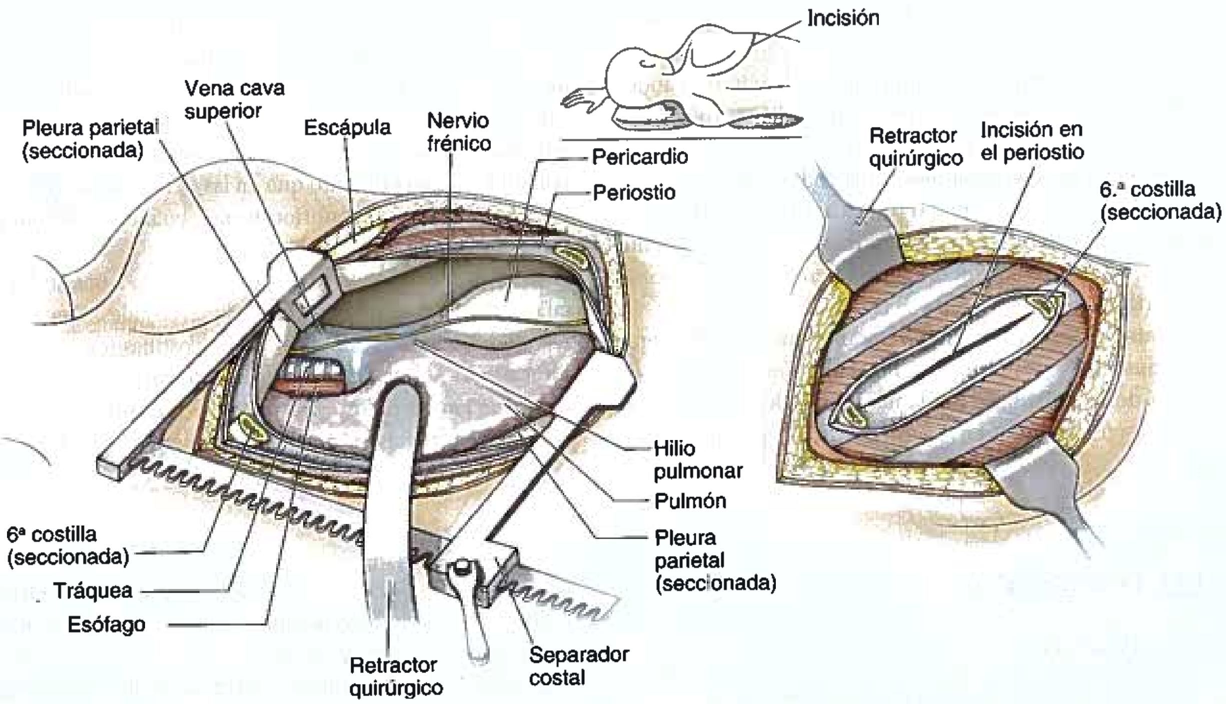


FIGURA C1-1. Toracotomía.

por alteraciones en la formación del 12.° par. Las costillas cervicales son relativamente frecuentes (0,5 % a 2 %) y pueden afectar las estructuras vasculonerviosas que se localizan en la abertura torácica superior. Las costillas lumbares son menos frecuentes. Las *costillas supernumerarias* (extra) también tienen significación clínica, ya que pueden producir confusión en la identificación de niveles vertebrales en las radiografías y otros medios de diagnóstico por la imagen.

Función de protección y envejecimiento de los cartílagos costales

Los cartílagos costales proporcionan elasticidad a la caja torácica, previniendo muchas fracturas por golpes del esternón y de las costillas. Debido a la notable elasticidad de las costillas y los cartílagos costales en los niños, la compresión del tórax puede producir una lesión intratorácica incluso sin que se fracture ninguna costilla. En los ancianos, los cartílagos costales pierden parte de su elasticidad y se vuelven quebradizos; pueden sufrir calcificación, haciéndose radiopacos (esto es, se hacen visibles en las radiografías).

Apófisis xifoides osificada

Muchas personas sobre los 40 años de edad perciben de repente que su *apófisis xifoides está osificada* parcialmente y consultan a su médico por un bulto duro en «la boca del estómago» (*epigastrio*). Nunca antes habían sido conscientes de su apófisis xifoides, y temen estar desarrollando un tumor (potencialmente cancerígeno).

Fracturas del esternón

A pesar de su localización subcutánea, las *fracturas de esternón* no son frecuentes. Pueden producirse lesiones por aplastamiento por una compresión traumática de la pared torácica en accidentes de tráfico cuando el tórax del conductor se aplasta contra el volante, por ejemplo. La generalización del uso de *airbags* en los coches ha reducido el número de fracturas de esternón. Normalmente, la fractura del cuerpo del esternón es una *fractura conminuta* (una fractura que causa diversos fragmentos). El desplazamiento de los fragmentos óseos es poco frecuente debido a que el esternón está revestido por una *fascia profunda* (prolongaciones fibrosas de los ligamentos esternocostales radiados; fig. 1-6A) y por las inserciones esternales de los músculos pectorales mayores. La localización más frecuente de la fractura de esternón en los ancianos es el ángulo del esternón, donde la articulación manubrioesternal se ha fusionado. La fractura resultante es una *luxación de la articulación manubrioesternal*.

La preocupación más importante en las lesiones esternales no es la fractura en sí misma sino la posibilidad de lesiones cardíacas (contusión del miocardio, rotura cardíaca, taponamiento) o pulmonares. La mortalidad (tasa) asociada a las fracturas de esternón es del 25 % al 45 %, en gran parte debido a estas lesiones subyacentes. En los pacientes con una contusión esternal debe realizarse una evaluación de las lesiones viscerales subyacentes (Rosen, 2005).

Esternotomía media

Para tener acceso a la cavidad torácica en las intervenciones quirúrgicas en el mediastino —como en la *derivación aortocoronaria*, por ejemplo— se divide (se separa) el esternón por su plano medio y se retrae. La flexibilidad de las costillas y los cartílagos costales permite separar de las mitades del esternón durante los procedimientos quirúrgicos que requieren una *esternotomía media*. Esta «separación esternal» también proporciona una buena exposición para extirpar tumores de los lóbulos superiores de los pulmones. Tras la intervención quirúrgica, las mitades del esternón se unen con suturas de alambre.

Biopsia esternal

El cuerpo del esternón se utiliza a menudo para realizar *biopsias por punción de médula ósea* debido a su anchura y a su localización subcutánea. La aguja perfora la fina capa ósea cortical y penetra en el hueso esponjoso vascularizado. La biopsia esternal se utiliza con frecuencia para obtener muestras de médula para trasplantar o para detectar metástasis neoplásicas y *discrasias* (alteraciones) *sanguíneas*.

Anomalías del esternón

El esternón se desarrolla a partir de la fusión de condensaciones bilaterales verticales de tejido precartilaginoso, las *bandas* o *barras esternales*. Las mitades del esternón del feto pueden no fusionarse. La *hendidura esternal completa* es una anomalía poco frecuente por la cual puede protruir el corazón (*ectopia cardíaca*). Las hendiduras parciales que afectan al manubrio y a la mitad superior del cuerpo del esternón tienen forma de V o de U, y en los lactantes pueden solucionarse mediante aposición directa y fijación de las mitades esternales. En ocasiones, únicamente persiste una perforación aislada (*foramen esternal*) en el cuerpo del esternón debido a una fusión incompleta. No es clínicamente significativo, pero no debe olvidarse su posible presencia para no cometer errores de interpretación en una radiografía de tórax, como tomarlo por una herida de bala mal cicatrizada, por ejemplo. Un esternón hundido (*pectus excavatum* o tórax en embudo) o proyectado (*pectus carinatum* o tórax en quilla) constituyen variaciones anómalas del esternón que pueden hacerse evidentes o más pronunciadas durante la infancia.

La apófisis xifoides está habitualmente perforada en las personas ancianas debido a cambios relacionados con la edad; esta perforación tampoco tiene importancia clínica. De manera similar, una apófisis xifoides protruida anteriormente no es infrecuente en los niños; cuando se presenta, generalmente no necesita corrección.

Síndrome de la salida del tórax

Los anatomistas se refieren a la abertura torácica superior como *entrada torácica* debido a que las sustancias no circulantes (aire y comida) sólo pueden entrar en el tórax a través de esta abertura. Cuando los clínicos se refieren a la abertura torácica superior como *salida torácica*, están subrayando que las arterias y los nervios espinales T1 emergen del tórax a través de esta abertura para entrar en la parte inferior del cuello y en los miembros superiores. De ahí que se presenten varios tipos de *síndrome de la salida del tórax* en función de las estructuras emergentes afectadas por las obstrucciones de la abertura torácica superior (Rowland, 2005). Aunque el síndrome de la salida del tórax implica una ubicación torácica, en realidad la obstrucción tiene lugar por fuera de la abertura, en la raíz del cuello, y las manifestaciones del síndrome implican al miembro superior (v. caps. 6 y 8).

Luxación de las costillas

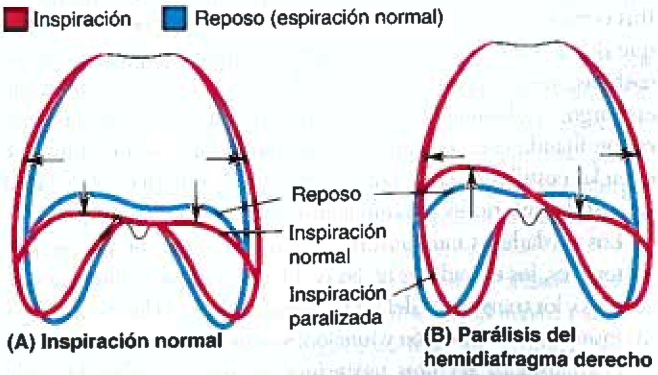
La *luxación de una costilla* (síndrome de la «costilla deslizante») es el desplazamiento desde el esternón de un cartílago costal —*luxación de una articulación esternocostal* o desplazamiento de las articulaciones intercondrales. Las luxaciones de costilla son frecuentes en deportes de contacto; pueden derivarse complicaciones por compresión o por lesión de nervios, vasos o músculos cercanos. El *desplazamiento de articulaciones intercondrales* suele ser unilateral y afecta a las costilla 8, 9 y 10. Un traumatismo suficiente para desplazar estas articulaciones a menudo lesiona las estructuras subyacentes como el diafragma y/o el hígado, causando un dolor importante, en particular durante los movimientos de inspiración profunda. La lesión produce una deformación similar a un bulto en el lugar del desplazamiento.

Separación de las costillas

La «separación de costillas» hace referencia a la *luxación de la unión costocondral* entre la costilla y su cartílago costal. En la separación de las costillas 3.ª-10.ª se produce normalmente un desgarro del pericondrio y el periostio. Debido a ello, la costilla puede moverse superiormente, cabalgando sobre la costilla de encima y produciendo dolor.

Parálisis del diafragma

La parálisis de la mitad del diafragma (una cúpula o hemidiafragma) debida a una lesión de su inervación motora por el *nervio frénico* no afecta a la otra mitad, ya que cada cúpula tiene una inervación separada. La parálisis del diafragma se puede detectar radiológicamente al observar su movimiento paradójico. En lugar de descender como normalmente debería suceder durante la inspiración debido a la contracción diafragmática (fig. C1-2A), la cúpula paralizada asciende empujada superiormente por las vísceras abdominales que están siendo comprimidas por la cúpula activa contralateral (fig. C1-2B). En lugar de ascender durante la espiración, la cúpula paralizada desciende en respuesta a la presión positiva en los pulmones.



(A) Inspiración normal

(B) Parálisis del hemidiafragma derecho

FIGURA C1-2. Movimientos normales y paradójicos del diafragma.

Puntos fundamentales

ESQUELETO, ABERTURAS, ARTICULACIONES Y MOVIMIENTOS DE LA PARED TORÁCICA

Esqueleto de la pared torácica. La pared torácica *1)* protege el contenido de la cavidad torácica; *2)* proporciona la mecánica para la respiración, y *3)* proporciona inserción para el cuello, el dorso, el miembro superior y la musculatura abdominal. ◆ La forma abovedada de la caja torácica le proporciona fortaleza, y los elementos osteocartilaginosos y las articulaciones le dan flexibilidad. ◆ La caja torácica se compone posteriormente por 12 vértebras torácicas y los discos intervertebrales interpuestos. ◆ Lateralmente y anteriormente la caja torácica posee 12 costillas que se continúan anteriormente con los cartílagos costales. Anteriormente, las tres partes del esternón protegen las vísceras torácicas centrales.

Aberturas de la pared torácica. Aunque la caja torácica está periféricamente completa, está abierta superior e inferiormente. ◆ La abertura torácica superior es un pequeño conducto para el paso de estructuras hacia y desde el cuello y los miembros superiores. ◆ La abertura torácica inferior proporciona un borde para la inserción del diafragma. Las estructuras pasan del tórax al abdomen atravesando las aberturas en el diafragma (p. ej., el esófago) o pasan posteriormente a él (p. ej., la aorta).

Articulaciones de la pared torácica. Las articulaciones permiten y determinan los movimientos de la pared torácica. ◆ Posteriormente, las costillas se articulan con la columna vertebral torácica semiflexible mediante las articulaciones costovertebrales. Éstas incluyen articulaciones de las cabezas de las costillas y articulaciones costotransversas, ambas fuertemente estabilizadas por múltiples ligamentos. ◆ Anteriormente, las costillas se articulan con los cartílagos costales por medio de las articulaciones costocondrales. ◆ Los cartílagos costales 1-7 se articulan con el esternón directamente, y los 8-10 lo hacen indirectamente, por medio de la sincondrosis de la 1.ª costilla, las articulaciones sinoviales esternocostales y las articulaciones intercondrales.

Movimientos de la pared torácica. Los movimientos de la mayoría de las costillas se realizan generalmente alrededor del eje transversal que pasa a través de la cabeza, el cuello y el tubérculo de la costilla. ◆ Este eje, más la inclinación y la curvatura de las costillas, determina unos movimientos del tipo de palanca de bomba de agua de las costillas superiores, que alteran el diámetro anteroposterior del tórax, y unos movimientos del tipo asa de cubo de las costillas inferiores que alteran su diámetro transversal. ◆ La contracción y la relajación del diafragma, superiormente convexo, altera sus dimensiones verticales. ◆ El aumento de las dimensiones produce inhalación, y la disminución de las dimensiones produce exhalación.

Músculos de la pared torácica

Algunos músculos que están insertados en la caja torácica, o que la cubren, están implicados fundamentalmente en acciones sobre otras regiones anatómicas. Diversos músculos (axioapendiculares) se extienden desde la caja torácica (esqueleto axial) hasta los huesos del miembro superior (esqueleto apendicular). De forma similar, algunos músculos de la pared anterolateral del abdomen, el dorso y el cuello tienen su inserción en la caja torácica (fig. 1-11). Los *músculos axioapendiculares* actúan fundamentalmente sobre los miembros superiores (v. cap. 6), pero varios de ellos, como el **pectoral mayor,** el **pectoral menor** y la porción inferior del **serrato anterior,** también pueden ejercer como músculos accesorios de la respiración, ayudando a elevar las costillas para expandir la cavidad torácica cuando la inspiración es profunda y forzada (p. ej., tras correr los 100 m lisos). Los **músculos escalenos** del cuello, que descienden desde las vértebras del cuello hasta la 1.ª y la 2.ª costillas, actúan principalmente sobre la columna vertebral. Sin embargo, también actúan como músculos accesorios de la respiración fijando estas costillas y permitiendo que los músculos que unen las costillas situadas por debajo sean más eficaces para elevar las costillas inferiores durante la inspiración forzada.

Los verdaderos *músculos de la pared torácica* son los serratos posteriores, los elevadores de las costillas, los intercostales, los subcostales y los transversos del tórax; se muestran en la fig. 1-12A y B, y sus inserciones, inervación y funciones se detallan en la tabla 1-2.

Los *músculos serratos posteriores* se han considerado tradicionalmente músculos inspiratorios, aunque esta función no está respaldada por la electromiografía ni por cualquier otra evidencia. Basándose en sus inserciones y disposición, el **serrato posterior superior** se decía que elevaba las cuatro costillas superiores, aumentando de ese modo el diámetro anteroposterior del tórax y elevando el esternón. Basándose en sus inserciones y disposición, se afirmaba que el **serrato posterior inferior** descendía las costillas inferiores, evitando que el diafragma las arrastrase hacia arriba. Sin embargo, estudios recientes (Vilensky *et al.*, 2001) sugieren que estos músculos, que se extienden sobre las aberturas torácicas superior e inferior, así como las transiciones desde la columna vertebral torácica relativamente inflexible hasta los segmentos cervical y lumbar de la columna, mucho más flexibles, podrían no tener una función primordialmente motora. En lugar de eso, podrían tener una función propioceptiva. Estos músculos, en particular el serrato posterior superior, han sido implicados como fuente de dolor crónico en las fibromialgias.

Los **músculos elevadores de las costillas** son 12 músculos en forma de abanico que elevan las costillas, aunque su papel en la inspiración normal, si tienen alguno, no está claro. Puede que desempeñen un papel en el movimiento vertebral y/o la propiocepción.

Los *músculos intercostales* ocupan los espacios intercostales (figs. 1-11 a 1-14; tabla 1-2). La capa superficial está formada por los intercostales externos, y la capa interna por los intercostales internos. A las fibras más profundas de estos últimos, dispuestas internamente a los vasos intercostales, se les designa, un tanto artificialmente, como un músculo diferenciado, los *intercostales íntimos*.

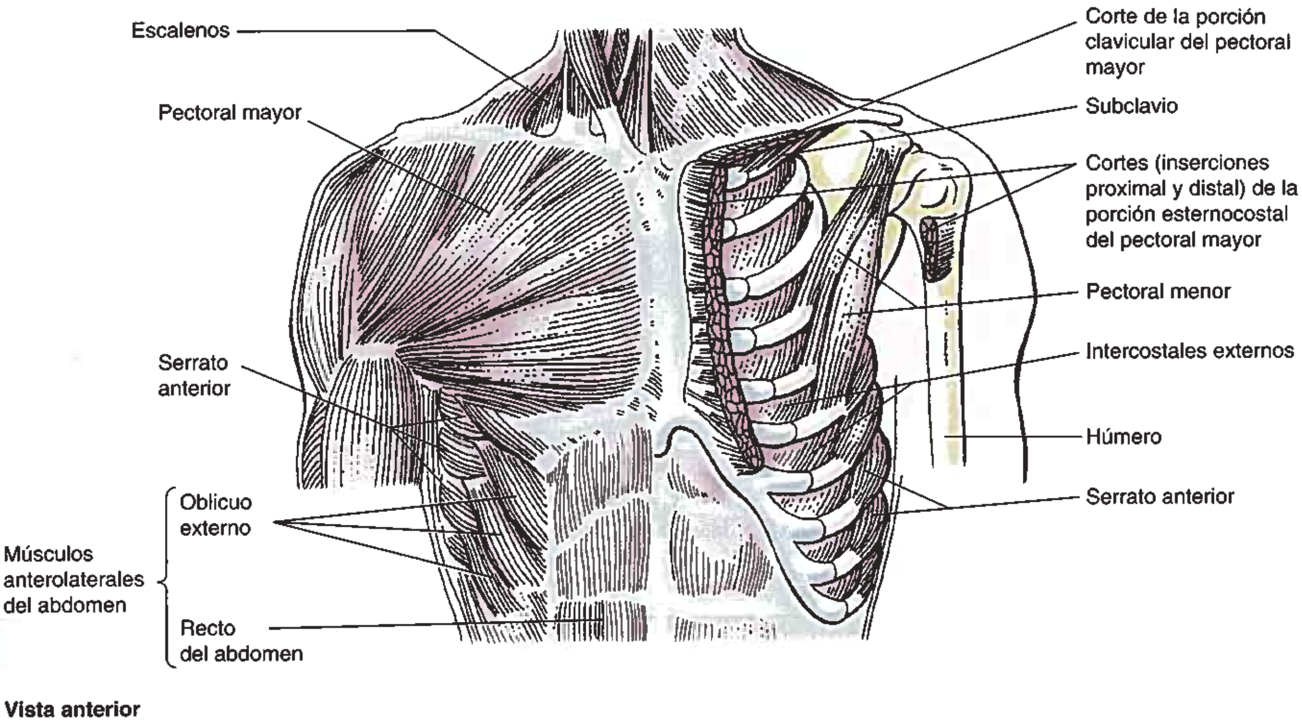

Escalenos
Pectoral mayor
Serrato anterior
Oblicuo externo
Recto del abdomen
Músculos anterolaterales del abdomen
Corte de la porción clavicular del pectoral mayor
Subclavio
Cortes (inserciones proximal y distal) de la porción esternocostal del pectoral mayor
Pectoral menor
Intercostales externos
Húmero
Serrato anterior
Vista anterior

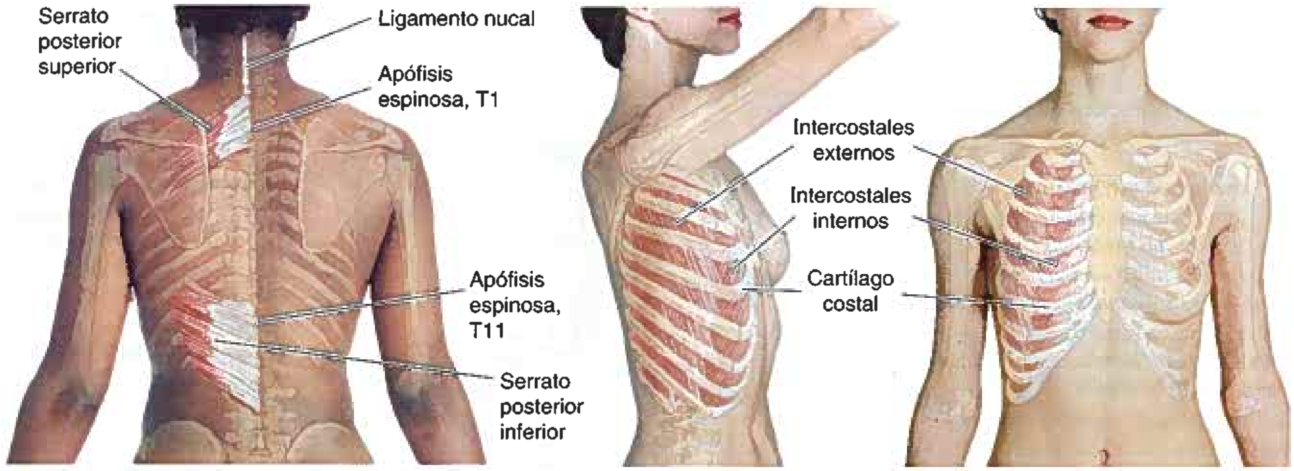
FIGURA 1-11. Músculos axioapendiculares, del cuello y anterolaterales del abdomen que cubren la pared torácica. En el lado izquierdo se han extirpado el músculo pectoral mayor para exponer los músculos pectoral menor, subclavio e intercostal externo. Cuando eliminamos los músculos del miembro superior puede verse la forma gradualmente abovedada de la caja torácica.

- Los **músculos intercostales externos** (11 pares) ocupan los espacios intercostales desde los tubérculos de las costillas posteriormente hasta las uniones costocondrales anteriormente (figs. 1-11 a 1-13, y 1-15). Anteriormente, las fibras musculares son reemplazadas por las **membranas intercostales externas** (fig. 1-15A). Estos músculos discurren inferoanteriormente desde la costilla superior hasta la costilla inferior. Cada músculo se inserta superiormente en el borde inferior de la costilla que tiene por encima, e inferiormente en el borde superior de la costilla que tiene por debajo (fig. 1-15C). Estos músculos se continúan inferiormente con los *músculos oblicuos externos* en la pared anterolateral del abdomen. *Los intercostales externos son más activos durante la inspiración.*
- Los **músculos intercostales internos** (11 pares) discurren profundamente y perpendicularmente a los intercostales externos (figs. 1-12B, 1-14 y 1-15C). Sus fibras discurren inferoposteriormente desde el suelo de los surcos costales hasta los bordes superiores de las costillas inferiores a ellos. Los intercostales internos se insertan en los cuerpos de las costillas y a sus cartílagos costales, alcanzando anteriormente el esternón y posteriormente el ángulo de las costillas (fig. 1-16). Entre las costillas posteriormente, medial a los ángulos, los intercostales internos son sustituidos por las **membranas intercostales internas** (fig. 1-15A). Los músculos intercostales internos inferiores se continúan con los *músculos oblicuos internos* en la pared anterolateral del abdomen. *Los intercostales internos* —más débiles que los músculos intercostales externos— *son más activos durante la espiración* —especialmente sus porciones interóseas (frente a las intercondrales).
- Los **músculos intercostales íntimos** son similares a los intercostales internos y son, en esencia, sus porciones más profundas. Los intercostales íntimos están separados de los intercostales internos por los vasos y los nervios intercostales (figs. 1-15A y B, y 1-16). Estos músculos se extienden entre las superficies internas de las costillas adyacentes y ocupan las partes más laterales de los espacios intercostales. Es probable (aunque no está establecido) que sus acciones sean las mismas que las de los músculos intercostales internos.

Los **músculos subcostales** tienen formas y tamaños variables, y normalmente sólo están bien desarrollados en la pared torácica inferior. Estas finas tiras musculares se extienden desde la superficie interna del ángulo de una costilla hasta la superficie interna de la segunda o tercera costilla inferior a ella. Atravesando uno o dos espacios intercostales, los subcostales discurren en la misma dirección que los intercostales internos y se mezclan con ellos (fig. 1-15B).

Los **músculos transversos del tórax** constan de cuatro o cinco tiras que irradian superolateralmente desde la cara posterior de la porción inferior del esternón (figs. 1-13 a 1-15A). Los músculos transversos del tórax se continúan inferiormente con los *músculos transversos del abdomen* en la pared anterolateral del cuerpo. Estos músculos parecen tener una débil función espiratoria y también pueden proporcionar información propioceptiva.

Aunque los intercostales externos e internos son activos durante la inspiración y la espiración, respectivamente, la mayor parte de su actividad es isométrica (aumento de tono sin producir movimiento); el papel de estos músculos en el movimiento de las costillas parece tener relación, fundamentalmente, con la *respiración*



(A) Vista posterior **(B) Vista lateral** **(C) Vista anterior**

FIGURA 1-12. **Músculos de la pared torácica.**

TABLA 1-2. MÚSCULOS DE LA PARED TORÁCICA

Músculo	Inserción superior	Inserción inferior	Inervación	Acción principal[a]
Serrato posterior superior	Ligamento nucal, apófisis espinosas de las vértebras C7 a T3	Bordes superiores de las costillas 2.ª a 4.ª	Nervios intercostales 2.º a 5.º	Propiocepción (elevan las costillas)[b]
Serrato posterior inferior	Apófisis espinosas de las vértebras T11 a L2	Bordes inferiores de las costillas 8.ª a 12.ª cerca de sus ángulos	Nervios intercostales 9.º a 11.º y nervio subcostal (T12) (ramos anteriores)	Propiocepción (descienden las costillas)[b]
Elevadores de las costillas	Apófisis transversas de T7-11	Costillas subyacentes entre el tubérculo y el ángulo	Ramos posteriores de los nervios C8-T11	Elevan las costillas
Intercostales externos	Borde inferior de la costilla	Borde superior de las costillas situadas por debajo	Nervio intercostal	Durante la inspiración forzada, elevan las costillas[a]
Intercostales internos				La porción interósea hace descender las costillas La porción intercondral las eleva Durante la inspiración forzada[a]
Intercostales íntimos				
Subcostales	Cara interna de las costillas inferiores cerca de sus ángulos	Bordes superiores de la 2.ª o 3.ª costilla situada por debajo		Probablemente actúan del mismo modo que los músculos intercostales internos
Transverso del tórax	Cara posterior de la parte inferior del esternón	Cara interna de los cartílagos costales 2.º a 6.º		Hace descender ligeramente las costillas[b] ¿Propiocepción?

[a] Todos los músculos intercostales mantienen los espacios intercostales rígidos, impidiendo así el abombamiento externo durante la espiración y la depresión interna durante la inspiración. El papel de los músculos intercostales y de los músculos accesorios de la respiración en el movimiento de las costillas es difícil de interpretar por separado, a pesar de los numerosos estudios electromiográficos.

[b] Acción asignada tradicionalmente de acuerdo con sus inserciones; en buena medida, estos músculos parecen tener una función propioceptiva.

forzada. El diafragma es el principal músculo de la inspiración. La espiración es pasiva a no ser que se exhale en contra de una resistencia (p. ej., al inflar un globo) o cuando se intenta exhalar el aire más rápidamente de lo habitual (p. ej., al toser, estornudar, sonarse la nariz o gritar). La retracción elástica de los pulmones y la descompresión de las vísceras abdominales expelen el aire inhalado previamente. El papel primordial de los músculos intercostales en la respiración es sostener (aumentar el tono o la rigidez) el espacio intercostal, oponiéndose al movimiento paradójico, en especial durante la inspiración, cuando las presiones torácicas internas son más bajas (más negativas). Esto se hace más evidente después de una lesión medular alta, cuando inicialmente hay una parálisis fláccida de todo el tronco aunque el diafragma se mantiene activo. En estas circunstancias, la capacidad vital está seriamente afectada por la incursión paradójica de la pared torácica durante la inspiración. Varias semanas después, la parálisis se hace espástica;

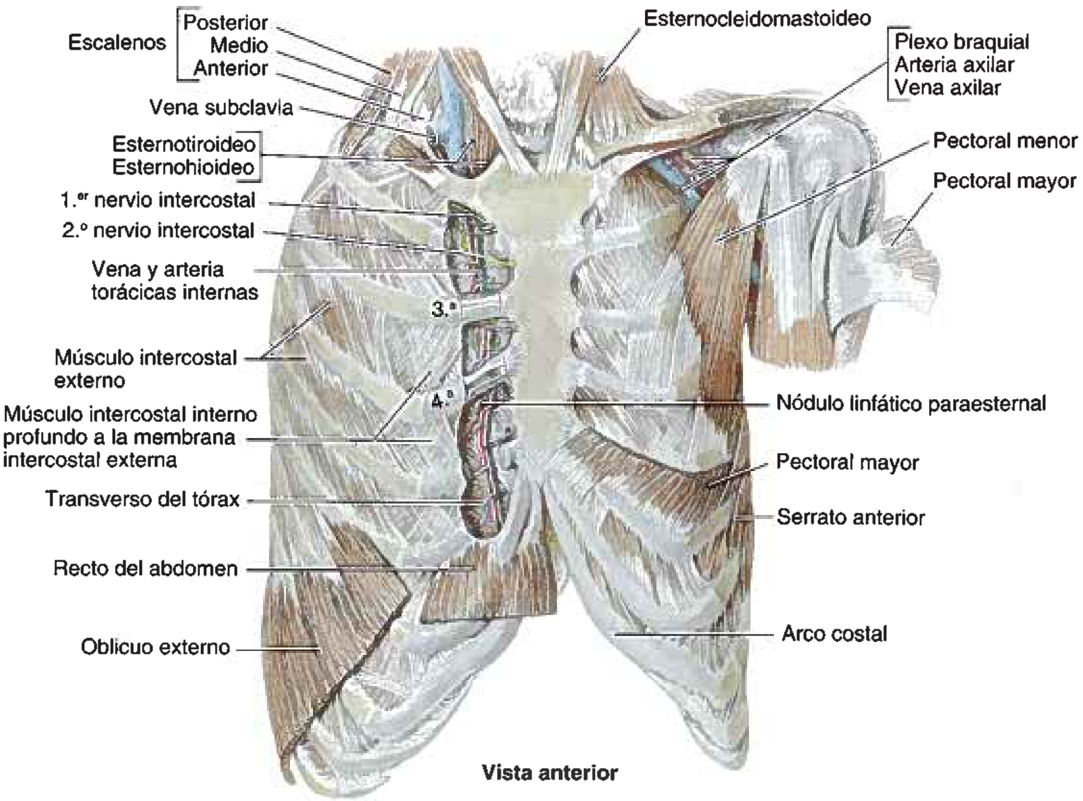

Escalenos
Posterior
Medio
Anterior
Vena subclavia
Esternotiroideo
Esternohioideo
1.er nervio intercostal
2.° nervio intercostal
Vena y arteria torácicas internas
3.°
Músculo intercostal externo
4.°
Músculo intercostal interno profundo a la membrana intercostal externa
Transverso del tórax
Recto del abdomen
Oblicuo externo
Esternocleidomastoideo
Plexo braquial
Arteria axilar
Vena axilar
Pectoral menor
Pectoral mayor
Nódulo linfático paraesternal
Pectoral mayor
Serrato anterior
Arco costal
Vista anterior

FIGURA 1-13. Disección de la cara anterior de la pared torácica anterior. Los músculos intercostales externos están sustituidos por membranas entre los cartílagos costales. Los cortes en forma de H por el pericondrio de los cartílagos costales 3.° y 4.° se utilizan para quitar piezas de cartílago, del mismo modo que hicimos con el 4.° cartílago costal. No es infrecuente que la 8.ª costilla se inserte en el esternón, como en este espécimen. Los vasos torácicos internos y los nódulos linfáticos paraesternales *(verde)* se encuentran dentro de la caja torácica lateralmente al esternón.

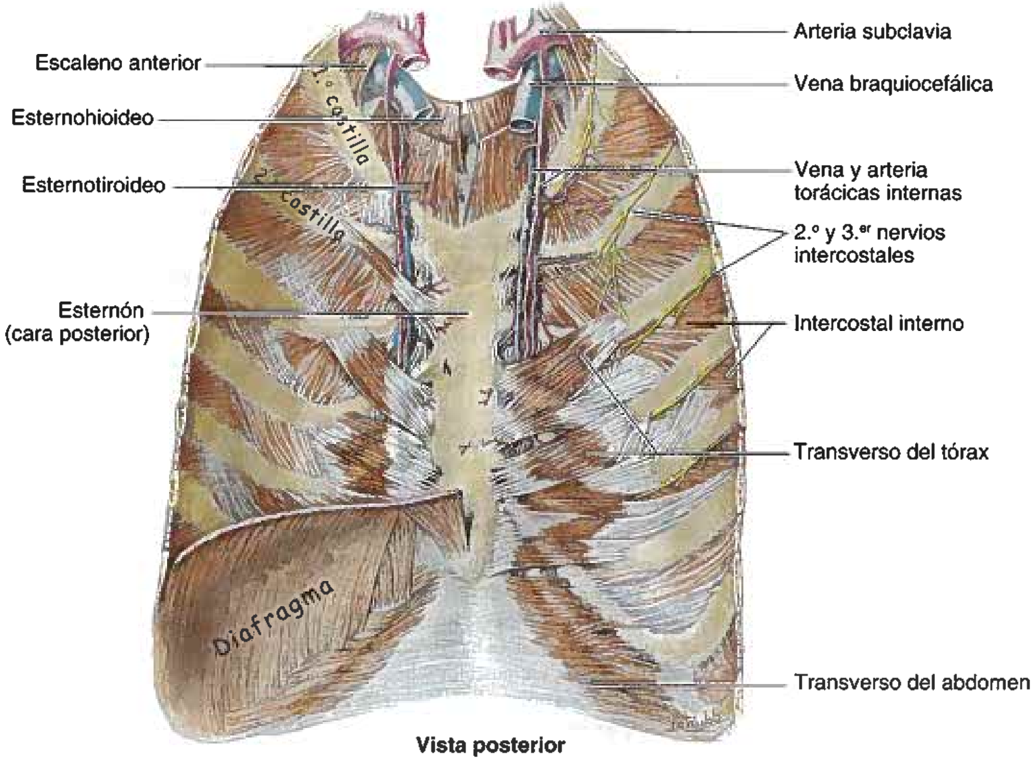

Escaleno anterior
Esternohioideo
Esternotiroideo
Esternón (cara posterior)
1.° costilla
2.° costilla
Diafragma
Arteria subclavia
Vena braquiocefálica
Vena y arteria torácicas internas
2.° y 3.er nervios intercostales
Intercostal interno
Transverso del tórax
Transverso del abdomen
Vista posterior

FIGURA 1-14. Cara posterior de la pared torácica anterior. Las arterias torácicas internas se originan en las arterias subclavias y van acompañadas por venas pares inferiormente. Superior al 2.° cartílago costal sólo hay una única vena torácica interna a cada lado, que drena en la vena braquiocefálica. La continuidad del músculo transverso del tórax con el músculo transverso del abdomen se hace evidente cuando se extirpa el diafragma, como hemos hecho aquí en el lado derecho.

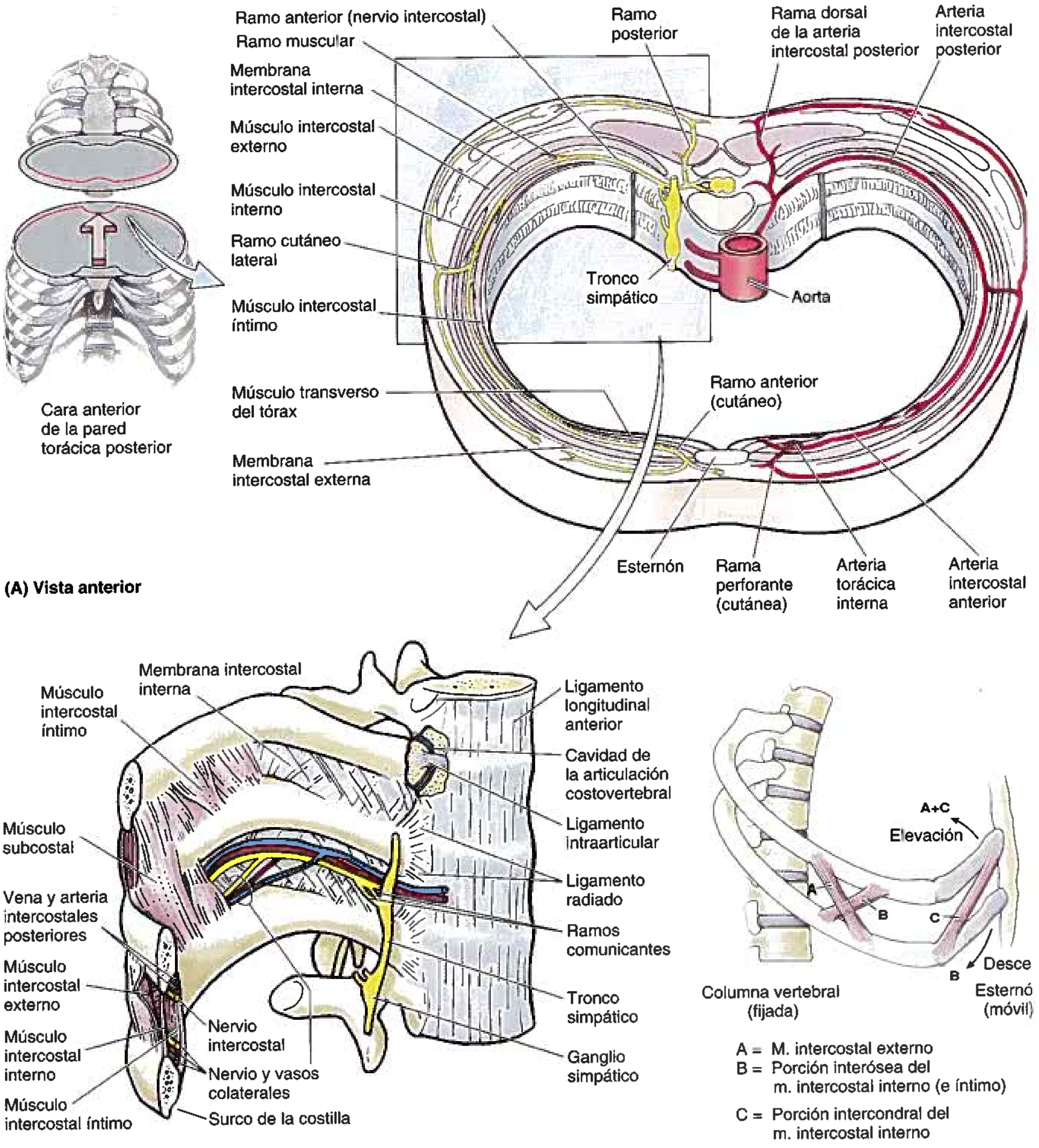

Ramo anterior (nervio intercostal)
Ramo muscular
Membrana intercostal interna
Músculo intercostal externo
Músculo intercostal interno
Ramo cutáneo lateral
Músculo intercostal íntimo
Ramo posterior
Rama dorsal de la arteria intercostal posterior
Arteria intercostal posterior
Tronco simpático
Aorta
Cara anterior de la pared torácica posterior
Músculo transverso del tórax
Membrana intercostal externa
Ramo anterior (cutáneo)
Esternón
Rama perforante (cutánea)
Arteria torácica interna
Arteria intercostal anterior
(A) Vista anterior
Membrana intercostal interna
Músculo intercostal íntimo
Músculo subcostal
Vena y arteria intercostales posteriores
Músculo intercostal externo
Músculo intercostal interno
Músculo intercostal íntimo
Nervio intercostal
Nervio y vasos colaterales
Surco de la costilla
Ligamento longitudinal anterior
Cavidad de la articulación costovertebral
Ligamento intraarticular
Ligamento radiado
Ramos comunicantes
Tronco simpático
Ganglio simpático
A+C
Elevación
A
B
C
B
Desce
Columna vertebral (fijada)
Esternó (móvil)
A = M. intercostal externo
B = Porción interósea del m. intercostal interno (e íntimo)
C = Porción intercondral del m. intercostal interno

FIGURA 1-15. Contenido de un espacio intercostal. A. Esta sección transversal muestra los nervios *(lado derecho)* y las arterias *(lado izquierdo)* en relación con los músculos intercostales. **B.** Se muestra la parte posterior de un espacio intercostal. Se ha extirpado la cápsula articular (ligamento radiado) de una articulación costovertebral. Los músculos intercostales íntimos saltan un espacio intercostal; los músculos subcostales saltan dos. La regla mnemotécnica para recordar el orden de las estructuras vasculonerviosas en el espacio intercostal, de superior a inferior, es VAN —vena, arteria y nervio. Entre los nervios intercostales y el tronco simpático se extienden ramos comunicantes. **C.** Se muestra un modelo sencillo de acción de los músculos intercostales. La contracción de las fibras musculares cuyo recorrido es más paralelo a la inclinación de las costillas en un punto dado (fibras A y C) elevará las costillas y el esternón; la contracción de las fibras musculares de disposición aproximadamente perpendicular a la inclinación de las costillas (fibras B) descenderá las costillas.

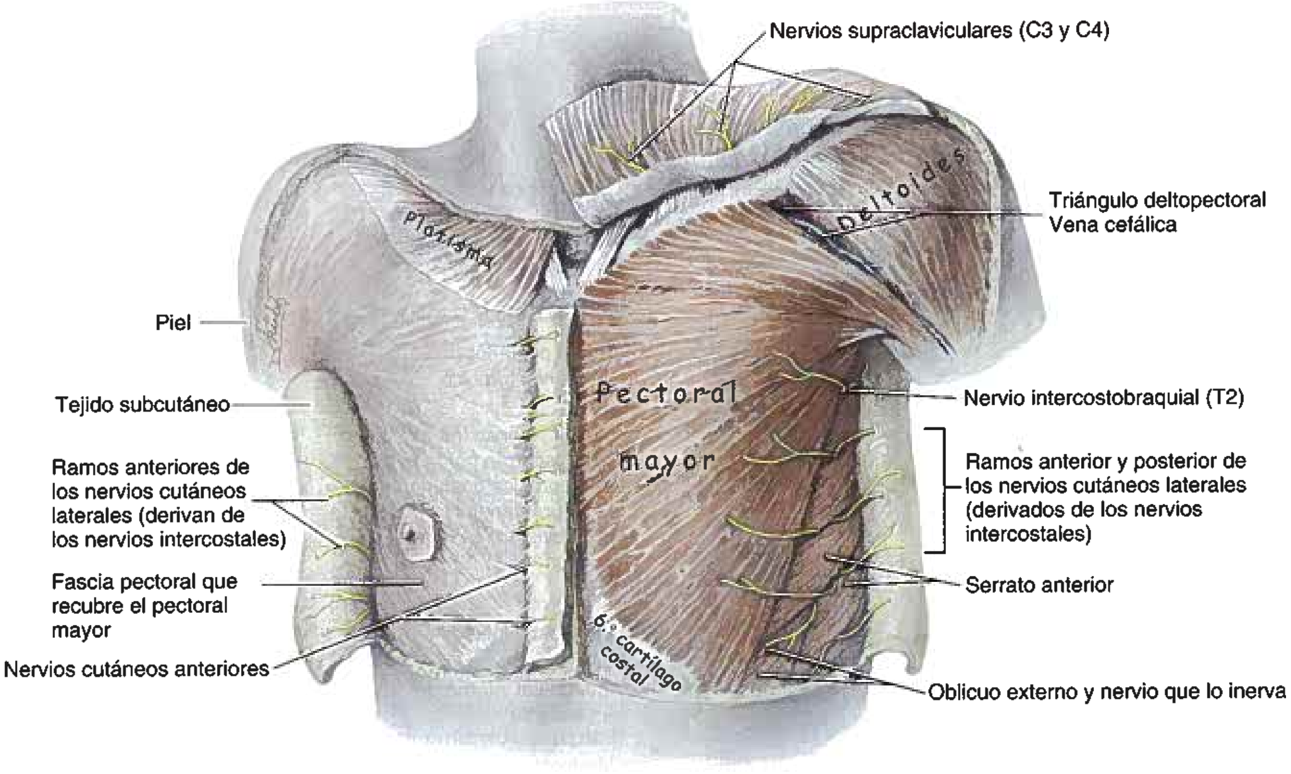

Nervios supraclaviculares (C3 y C4)
Platisma
Deltoides
Triángulo deltopectoral
Vena cefálica
Piel
Tejido subcutáneo
Pectoral mayor
Nervio intercostobraquial (T2)
Ramos anteriores de los nervios cutáneos laterales (derivan de los nervios intercostales)
Ramos anterior y posterior de los nervios cutáneos laterales (derivados de los nervios intercostales)
Fascia pectoral que recubre el pectoral mayor
Serrato anterior
6.° cartílago costal
Nervios cutáneos anteriores
Oblicuo externo y nervio que lo inerva
Vista anterior (ligeramente oblicua)

FIGURA 1-16. Disección superficial de la región pectoral masculina. El platisma se ha seccionado en parte en el lado derecho y se ha reflejado en el lado izquierdo, juntamente con los nervios supraclaviculares subyacentes. La fascia pectoral transparente cubre el pectoral mayor derecho. Se ha eliminado la fascia en el lado izquierdo. Se muestran los ramos cutáneos de los nervios intercostales que inervan la mama.

la pared torácica se vuelve más rígida y aumenta la capacidad vital (Standring *et al.*, 2004).

La acción mecánica de los músculos intercostales en el movimiento de la costilla, en especial durante la respiración forzada, se puede apreciar mediante un modelo simple (fig. 1-15C). Un par de palancas curvas, que representan las costillas que limitan un espacio intercostal, se unen posteriormente a una columna vertebral fija y anteriormente a un esternón móvil. Las costillas (y el espacio intercostal interpuesto) descienden a medida que se desplazan anteriormente, alcanzando su punto más bajo aproximadamente en la unión costocondral, y luego ascienden hasta el esternón. Los músculos cuyas fibras tienen una inclinación más parecida a la de las costillas en sus inserciones (intercostales externos y la porción intercondral de los músculos intercostales internos) rotan superiormente las costillas en sus ejes posteriores, elevando las costillas y el esternón. Los músculos con fibras aproximadamente perpendiculares a la inclinación de las costillas en sus inserciones (porción interósea de los músculos intercostales internos) rotan inferiormente las costillas en sus ejes posteriores, descendiendo las costillas y el esternón (Slaby *et al.*, 1994).

El **diafragma** es una pared compartida (en realidad, un suelo/techo) que separa el tórax del abdomen. Aunque tiene funciones relacionadas con ambos compartimientos del tronco, su función más importante (vital) es la de ser *el músculo principal de la inspiración*. La descripción detallada del diafragma torácico se encuentra en el capítulo 2 debido a que las inserciones de sus pilares están en niveles abdominales (esto es, en las vértebras lumbares) y todas sus inserciones se observan mejor desde su cara inferior (abdominal).

Fascia de la pared torácica

Cada parte de la fascia profunda se denomina según el músculo que reviste o la(s) estructura(s) a la(s) cual(es) está unida. Por consiguiente, una gran porción de la fascia profunda que recubre la pared torácica anterior se denomina **fascia pectoral** por su relación con los músculos pectorales mayores (fig. 1-16). Una buena porción de la fascia pectoral forma la mayor parte del **lecho de la mama** (estructuras sobre las cuales descansa la cara posterior de la mama). Profunda al pectoral mayor y a su fascia hay otra lámina de fascia profunda que, suspendida desde la clavícula, envuelve el músculo pectoral menor, la **fascia clavipectoral.**

La caja torácica está tapizada internamente por la **fascia endotorácica.** Esta fina lámina fibroareolar fija a la pared torácica la porción adyacente del revestimiento de las cavidades del pulmón (la pleura parietal costal). Se vuelve más fibrosa a nivel de los vértices pulmonares y constituye la *membrana suprapleural*.

Nervios de la cavidad torácica

La pared torácica tiene 12 pares de *nervios espinales torácicos*. En cuanto salen de los agujeros intervertebrales, se dividen en ramos anterior y posterior (ramos primarios) (figs. 1-15A y 1-17). Los ramos

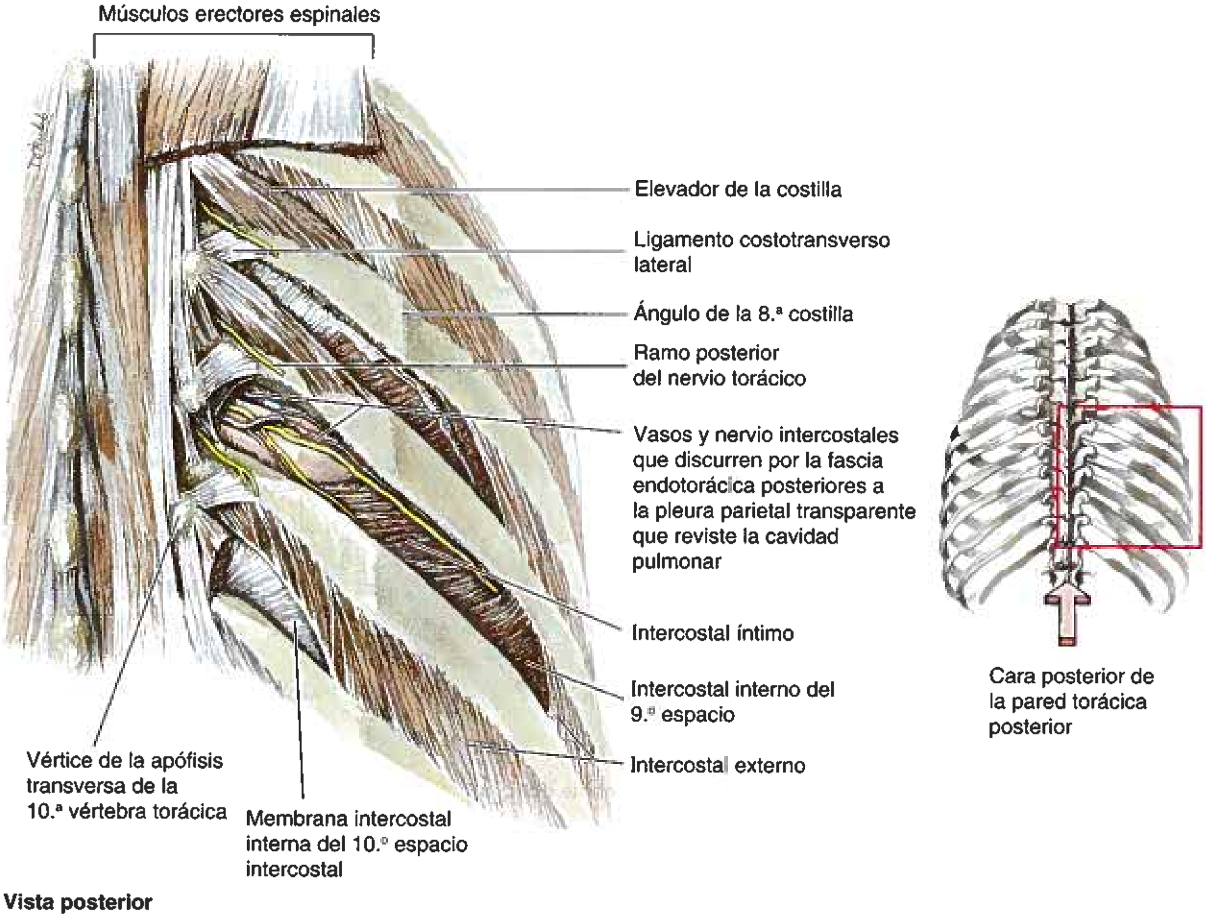

Músculos erectores espinales
Elevador de la costilla
Ligamento costotransverso lateral
Ángulo de la 8.ª costilla
Ramo posterior del nervio torácico
Vasos y nervio intercostales que discurren por la fascia endotorácica posteriores a la pleura parietal transparente que reviste la cavidad pulmonar
Intercostal íntimo
Intercostal interno del 9.º espacio
Intercostal externo
Vértice de la apófisis transversa de la 10.ª vértebra torácica
Membrana intercostal interna del 10.º espacio intercostal
Vista posterior
Cara posterior de la pared torácica posterior

FIGURA 1-17. Disección de la cara posterior de la pared torácica. Se han eliminado la mayor parte de los músculos profundos del dorso para dejar expuestos los músculos elevadores de las costillas. En los espacios intercostales 8.° y 10.° se han eliminado diversas partes del músculo intercostal externo para dejar expuesta la membrana intercostal interna, que se continúa con el músculo intercostal interno. En el 9.° espacio intercostal se ha eliminado el elevador de la costilla para dejar expuestos los vasos y el nervio intercostales.

anteriores de T1-11 forman los *nervios intercostales* que discurren a lo largo de los espacios intercostales. El ramo anterior del nervio T12, inferior a la 12.ª costilla, forma el *nervio subcostal*. Los ramos posteriores de los nervios espinales torácicos se dirigen hacia atrás, inmediatamente laterales a las apófisis articulares de las vértebras, para inervar las articulaciones, los músculos profundos del dorso y la piel del dorso en la región torácica.

NERVIOS INTERCOSTALES TÍPICOS

Los nervios intercostales 3.°-6.° entran en las porciones más mediales de los espacios intercostales posteriores; inicialmente discurren dentro de la fascia endotorácica, entre la pleura parietal (revestimiento seroso de la cavidad torácica) y la membrana intercostal interna cerca de la línea media de los espacios intercostales (figuras 1-15A y B, y 1-17). Cerca de los ángulos de las costillas, los nervios pasan entre los músculos intercostales internos e íntimos. Ahí, los nervios intercostales entran en los surcos de las costillas y luego continúan su recorrido por ellos, situándose en o justo inferiores a los *surcos de las costillas*, y discurriendo inferiores a las arterias intercostales (que a su vez son inferiores a las venas intercostales). Por tanto, los paquetes vasculonerviosos (y especialmente los vasos) están protegidos por los bordes inferiores de las costillas suprayacentes. Los ramos colaterales de estos nervios se originan cerca de los ángulos de las costillas y discurren a lo largo del borde superior de la costilla situada inferiormente. Los nervios continúan anteriormente entre los músculos intercostales internos e íntimos, proporcionan ramos para estos y otros músculos, y dan origen a ramos cutáneos laterales, aproximadamente en la línea axilar media. Anteriormente, los nervios se encuentran sobre la cara interna del músculo intercostal interno. Próximos al esternón, los nervios giran anteriormente, pasando entre los cartílagos costales, y entran en el tejido subcutáneo como ramos cutáneos anteriores.

Mediante su ramo posterior y los ramos cutáneos lateral y anterior de su ramo anterior, la mayoría de los nervios espinales torácicos (T2-12) inervan un área del tronco semejante a una franja, o *dermatoma*, que se extiende desde la línea media posterior a la línea media anterior (fig. 1-18). El grupo de músculos inervados por los ramos anterior y posterior (nervio intercostal) de cada par de nervios espinales torácicos constituye un *miotoma*. Los miotomas de la mayoría de los nervios espinales torácicos (T2-11) incluyen los músculos intercostales, subcostales, transversos del tórax,

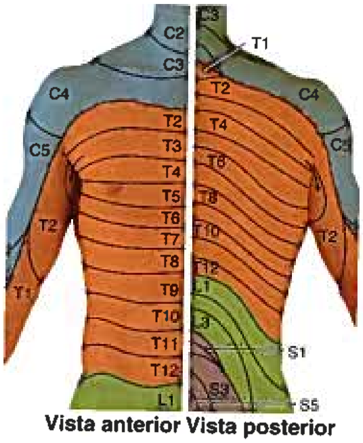


FIGURA 1-18. Inervación segmentaria (dermatomas) de la pared torácica (según Foerster). Los dermatomas C5-T1 se localizan fundamentalmente en los miembros superiores y no están representados de forma significativa en la pared corporal. Como los ramos anteriores de los nervios espinales T2-12 no participan en la formación del plexo, en esta región no hay diferencia entre los dermatomas y las zonas de distribución periférica de los nervios. El dermatoma T4 incluye el pezón; el dermatoma T10 incluye el ombligo.

elevadores de las costillas y serratos posteriores relacionados con el espacio intercostal que incluye el ramo anterior (nervio intercostal) del nervio espinal específico, más la porción suprayacente de los músculos profundos del dorso.

Los *ramos de un nervio intercostal típico* son (fig. 1-15A y B):

- **Ramos comunicantes,** que conectan cada nervio intercostal al tronco simpático homolateral. Las fibras presinápticas abandonan las porciones iniciales del ramo anterior de cada nervio torácico (y lumbar superior) mediante un ramo comunicante blanco y pasan hacia un *tronco simpático*. Las fibras postsinápticas que se distribuyen por la pared corporal y los miembros pasan desde los ganglios del tronco simpático, a través de los ramos comunicantes grises, para unirse al ramo anterior del nervio espinal más cercano, incluidos todos los nervios intercostales. Las fibras nerviosas simpáticas se distribuyen a través de todos los ramos de todos los nervios espinales (ramos anteriores y posteriores) para alcanzar los vasos sanguíneos, las glándulas sudoríparas y la musculatura lisa de la pared corporal y de los miembros.
- **Ramos colaterales,** que se originan cerca de los ángulos de las costillas y descienden para correr por el borde superior de la costilla inferior, colaborando en la inervación de los músculos intercostales y la pleura parietal.
- **Ramos cutáneos laterales,** que se originan cerca de la línea axilar media, atraviesan los músculos intercostales internos y externos y se dividen a su vez en ramos anterior y posterior. Estos ramos terminales inervan la piel de las paredes laterales torácica y abdominal.
- **Ramos cutáneos anteriores,** que atraviesan los músculos y las membranas del espacio intercostal en la línea paraesternal y se dividen en ramos medial y lateral. Estos ramos terminales inervan la piel de la cara anterior del tórax y el abdomen.
- **Ramos musculares,** que inervan los músculos intercostales, subcostales, transversos del tórax, elevadores de las costillas y serratos posteriores.

NERVIOS INTERCOSTALES ATÍPICOS

Aunque el ramo anterior de la mayoría de los nervios espinales torácicos es simplemente el nervio intercostal para ese nivel, el ramo anterior del 1.er nervio espinal torácico (T1) se divide primero en una porción superior grande y una inferior pequeña. La porción superior se une al **plexo braquial,** el plexo nervioso que inerva el miembro superior, y la porción inferior se convierte en el 1.er nervio intercostal. Otras características atípicas de algunos nervios intercostales específicos son las siguientes:

- El *1.er y el 2.º nervios intercostales* recorren la cara interna de las costillas 1.ª y 2.ª, en vez de hacerlo a lo largo del borde inferior de los surcos de las costillas (fig. 1-14).
- El *1.er nervio intercostal* no tiene ramo cutáneo anterior, y a menudo tampoco ramo cutáneo lateral. Cuando existe un ramo cutáneo lateral, inerva la piel de la axila y puede comunicar tanto con el nervio intercostobraquial como con el nervio cutáneo medial del brazo.
- El 2.º (y a veces el 3.º) *nervio intercostal* da origen a un gran ramo cutáneo lateral, el **nervio intercostobraquial,** que surge del 2.º espacio intercostal en la línea axilar media, penetra el serrato anterior y entra en la axila y el brazo. Normalmente, el nervio intercostobraquial inerva el suelo —piel y tejido subcutáneo— de la axila y luego comunica con el *nervio cutáneo medial del brazo* para inervar las caras medial y posterior del brazo. El ramo cutáneo lateral del 3.er nervio intercostal frecuentemente da origen a un segundo nervio intercostobraquial.
- Los *nervios intercostales 7.º-11.º*, tras dar origen a ramos cutáneos laterales, atraviesan posteriormente el arco costal y continúan para inervar la piel y los músculos abdominales. Cuando abandonan el espacio intercostal se convierten en **nervios toracoabdominales** de la pared anterior del abdomen (v. cap. 2). Sus ramos cutáneos anteriores perforan la vaina del recto, convirtiéndose en cutáneos en la proximidad del plano medio.

Vascularización de la pared torácica

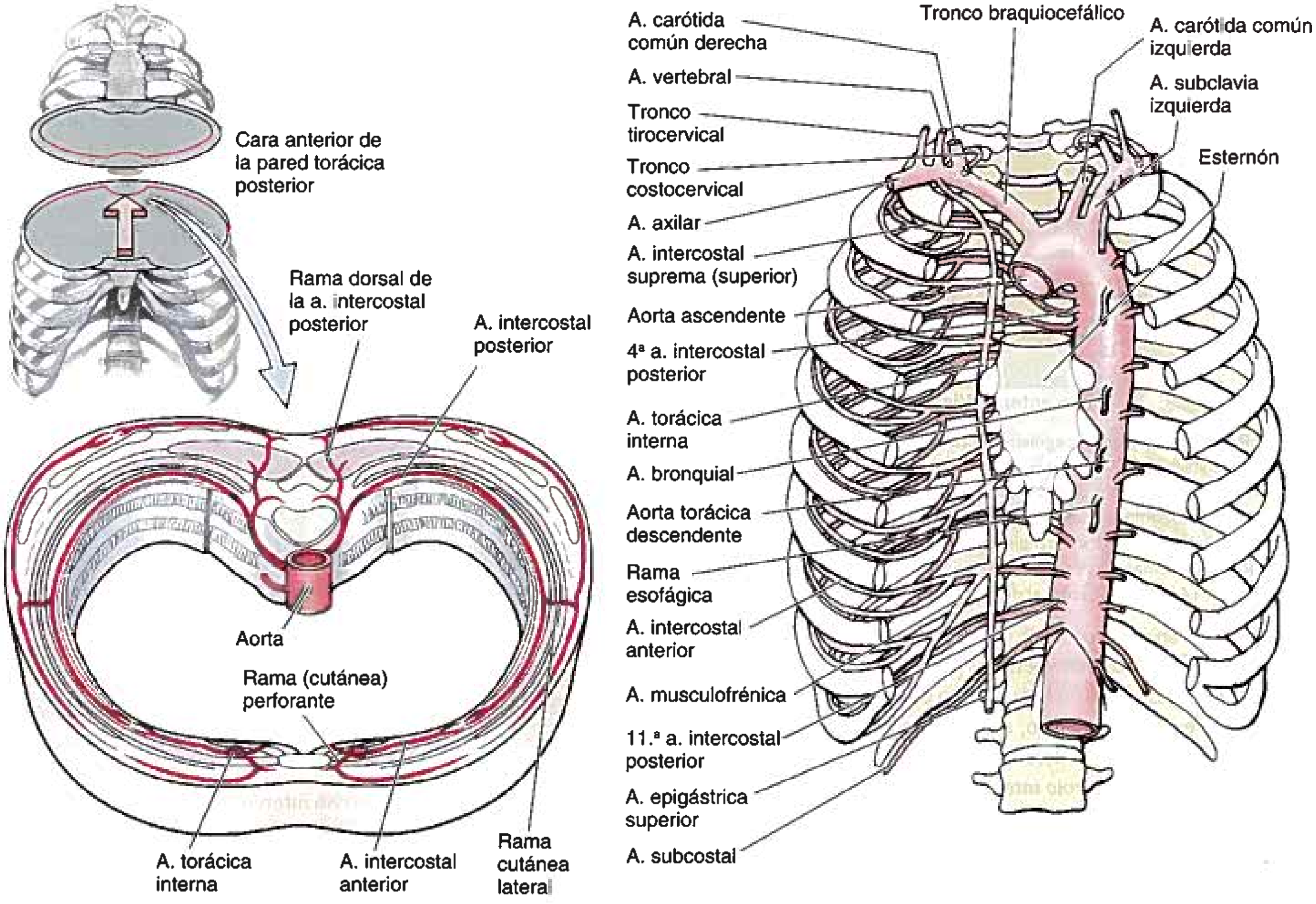
En líneas generales, el patrón de la distribución vascular en la pared torácica refleja la estructura de la caja torácica —esto es, discurre por los espacios intercostales en paralelo a las costillas.

ARTERIAS DE LA PARED TORÁCICA

La irrigación arterial de la pared torácica (fig. 1-19; tabla 1-3) deriva de:

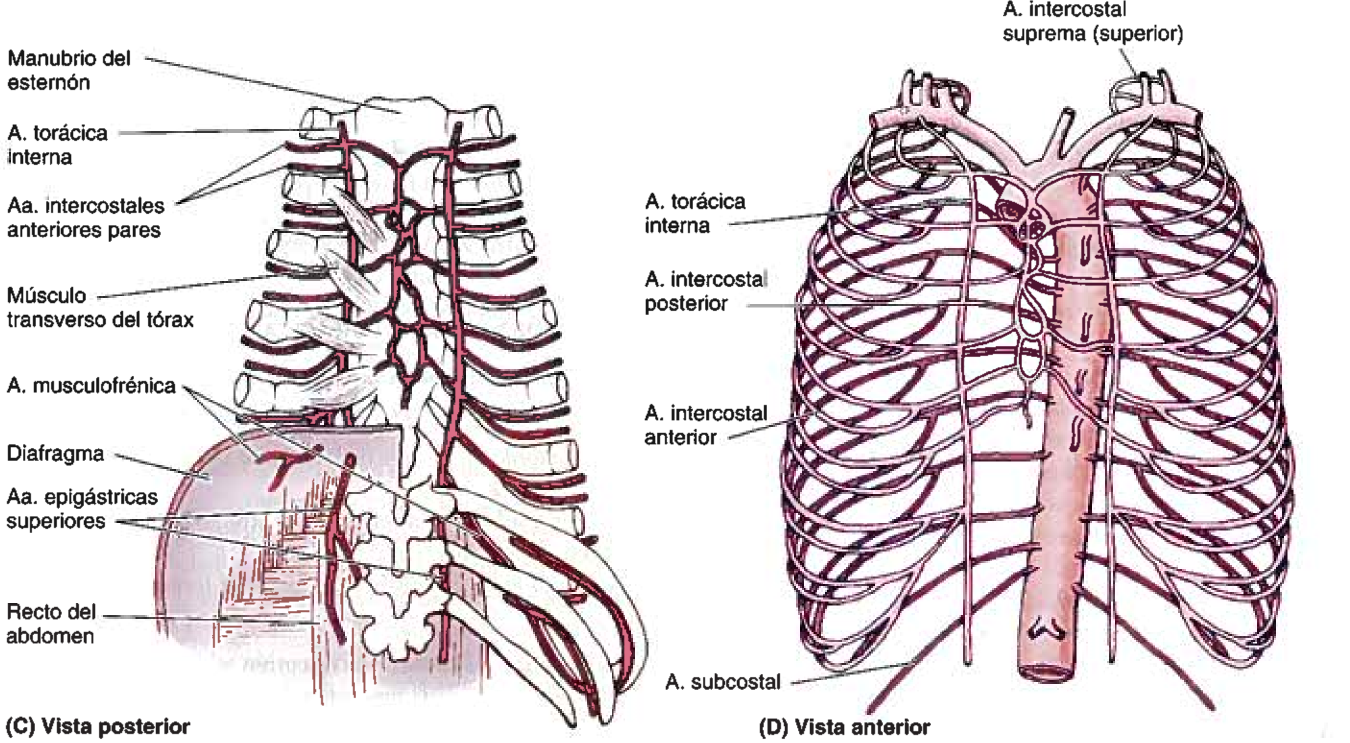
- La *aorta torácica*, a través de las arterias intercostales posteriores y subcostal.
- La *arteria subclavia*, a través de las arterias torácica interna e intercostal suprema.
- La *arteria axilar*, a través de las arterias torácicas superior y lateral.

Las **arterias intercostales** discurren por la pared torácica entre las costillas. Con la excepción de los espacios intercostales 10.º y 11.º, cada espacio intercostal es irrigado por tres arterias: una gran arteria intercostal posterior (y su rama colateral) y un par de pequeñas arterias intercostales anteriores.


Cara anterior de la pared torácica posterior
Rama dorsal de la a. intercostal posterior
A. intercostal posterior
Aorta
Rama (cutánea) perforante
A. torácica interna
A. intercostal anterior
Rama cutánea lateral
A. carótida común derecha
A. vertebral
Tronco tirocervical
Tronco costocervical
A. axilar
A. intercostal suprema (superior)
Aorta ascendente
4ª a. intercostal posterior
A. torácica interna
A. bronquial
Aorta torácica descendente
Rama esofágica
A. intercostal anterior
A. musculofrénica
11.ª a. intercostal posterior
A. epigástrica superior
A. subcostal
Tronco braquiocefálico
A. carótida común izquierda
A. subclavia izquierda
Esternón

(A) Vista anterosuperior

(B) Vista anterior


Manubrio del esternón
A. torácica interna
Aa. intercostales anteriores pares
Músculo transverso del tórax
A. musculofrénica
Diafragma
Aa. epigástricas superiores
Recto del abdomen
A. intercostal suprema (superior)
A. torácica interna
A. intercostal posterior
A. intercostal anterior
A. subcostal

(C) Vista posterior

(D) Vista anterior

FIGURA 1-19. Arterias de la pared torácica. El riego arterial de la pared torácica deriva de la aorta torácica a través de las arterias intercostales posteriores y subcostales (**A**, **B** y **D**), desde la arteria axilar (**B**) y desde la arteria subclavia a través de las arterias torácica interna (**C**) e intercostal suprema (**B**). Las conexiones (anastomosis) entre las arterias permiten desarrollar vías de circulación colateral (**D**).

TABLA 1-3. RIEGO ARTERIAL DE LA PARED TORÁCICA

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Intercostales posteriores	Arterias intercostales supremas (espacios intercostales 1.° y 2.°) y aorta torácica (espacios intercostales restantes)	Discurren entre los músculos intercostales internos e íntimos	Músculos intercostales y piel suprayacente, pleura parietal
Intercostales anteriores	Arterias torácicas internas (espacios intercostales 1.°-6.°) y arterias musculofrénicas (espacios intercostales 7.°-9.°)		
Torácica interna	Arteria subclavia	Discurre inferiormente y lateral al esternón entre los cartílagos costales y el músculo transverso del tórax para dividirse en las arterias epigástrica superior y musculofrénica	Por medio de las arterias intercostales anteriores en los espacios intercostales 1.°-6.° y la arteria musculofrénica (rama terminal lateral)
Subcostal	Aorta torácica	Discurre a lo largo del borde inferior de la 12.ª costilla	Músculos de la pared anterolateral del abdomen y piel suprayacente

Las **arterias intercostales posteriores**:

- Del 1.er y 2.° espacios intercostales se originan de la **arteria intercostal suprema (superior),** una rama del tronco costocervical de la arteria subclavia.
- De los espacios intercostales 3.°-11.° (y las arterias subcostales del espacio subcostal) se originan posteriormente de la aorta torácica (fig. 1-19). Debido a que la aorta está ligeramente a la izquierda de la columna vertebral, las arterias intercostales derechas 3.ª a 11.ª cruzan sobre los cuerpos vertebrales, siguiendo un curso más largo que las del lado izquierdo (fig. 1-19B).
- Todas emiten una rama posterior que acompaña al ramo posterior del nervio espinal para irrigar la médula espinal, la columna vertebral, los músculos del dorso y la piel.
- Dan lugar a una pequeña rama colateral que cruza el espacio intercostal y discurre a lo largo del borde superior de la costilla
- Acompañan a los nervios intercostales a través de los espacios intercostales. Cerca del ángulo de la costilla, las arterias entran en los surcos de las costillas, donde se sitúan entre la vena y el nervio intercostales. Primero, las arterias discurren en la fascia endotorácica entre la pleura parietal y la membrana intercostal interna (fig. 1-17); después discurren entre los músculos intercostales íntimos e internos.
- Tienen ramas terminales y colaterales que se anastomosan anteriormente con las arterias intercostales anteriores (fig. 1-19A).

Las **arterias torácicas internas** (históricamente, arterias mamarias internas):

- Se originan en la raíz del cuello, en las caras inferiores de las primeras porciones de las *arterias subclavias*.
- Descienden hacia el interior del tórax posteriormente a la clavícula y al 1.er cartílago costal (figs. 1-13, 1-14 y 1-19).
- Se cruzan cerca de su origen con el nervio frénico homolateral.
- Descienden sobre la cara interna del tórax ligeramente laterales al esternón y posteriores a los sextos cartílagos costales superiores y los músculos intercostales internos interpuestos. Después de descender más allá del 2.° cartílago costal, las arterias torácicas internas discurren anteriores al músculo transverso del tórax (figs. 1-15A y 1-19C). Entre las tiras del músculo, las arterias entran en contacto con la pleura parietal posteriormente.
- Terminan en el 6.° espacio intercostal dividiéndose en las arterias **epigástrica superior** y **musculofrénica.**
- Dan lugar directamente a las arterias intercostales anteriores que irrigan los seis espacios intercostales superiores.

Los pares homolaterales de **arterias intercostales anteriores:**

- Irrigan las porciones anteriores de los nueve espacios intercostales superiores.
- Discurren lateralmente en el espacio intercostal, una cerca del borde inferior de la costilla superior y la otra cerca del borde superior de la costilla inferior.
- De los dos primeros espacios intercostales se sitúan inicialmente en la fascia endotorácica entre la pleura parietal y los músculos intercostales internos.
- Las que irrigan los espacios intercostales 3.°-6.° están separadas por tiras del músculo transverso del tórax.
- Las de los espacios intercostales 7.°-9.° proceden de las *arterias musculofrénicas*, que también son ramas de las arterias torácicas internas.
- Irrigan los músculos intercostales y dan ramas que, a través de ellos, van a irrigar los músculos pectorales, las mamas y la piel.
- Faltan en los dos espacios intercostales inferiores, que están irrigados únicamente por las arterias intercostales posteriores y sus ramas colaterales.

VENAS DE LA PARED TORÁCICA

Las **venas intercostales** acompañan a las arterias y los nervios intercostales y se sitúan más superiores en los surcos de las costillas (figs. 1-15B y 1-20). A cada lado hay 11 **venas inter-**

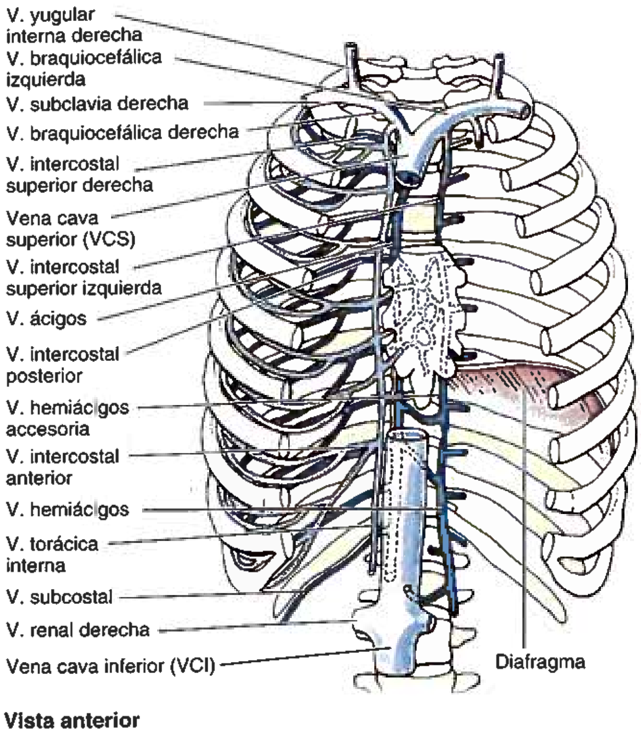


FIGURA 1-20. **Venas de la pared torácica.** Aunque en la ilustración se representan como conductos continuos, las venas intercostales anterior y posterior son vasos separados, que normalmente drenan en direcciones opuestas, cuyas tributarias se comunican (anastomosan) aproximadamente en la línea axilar anterior. Sin embargo, debido a que estas venas carecen de válvulas, el flujo puede invertirse.

costales posteriores y una **vena subcostal.** Las venas intercostales posteriores se anastomosan con las **venas intercostales anteriores** (tributarias de las venas torácicas internas). A medida que se aproximan a la columna vertebral, las venas intercostales posteriores reciben una *rama posterior,* que acompaña al ramo posterior del nervio espinal de ese nivel, y una *vena intervertebral* que drena los plexos venosos vertebrales asociados a la columna vertebral. Las mayoría de las venas intercostales posteriores (4-11) termina en el *sistema venoso ácigos/hemiácigos,* que conduce sangre venosa hacia la vena cava superior (VCS). Las venas intercostales posteriores del 1.er espacio intercostal suelen entrar directamente en las venas braquiocefálicas derecha e izquierda. Las venas intercostales posteriores de los espacios intercostales 2.º y 3.º (y algunas veces el 4.º) se unen formando un tronco, la *vena intercostal superior* (fig. 1-20).

La **vena intercostal superior derecha** es habitualmente la tributaria final de la *vena ácigos,* antes de que desemboque en la VCS. La **vena intercostal superior izquierda,** sin embargo, drena normalmente en la *vena braquiocefálica izquierda.* Esto obliga a la vena a pasar anteriormente a lo largo del lado izquierdo del mediastino superior, en concreto cruzando el arco de la aorta o la raíz de los grandes vasos que nacen de ella, y entre los nervios vago y frénico (v. fig. 1-70B). Habitualmente recibe las venas bronquiales izquierdas y puede recibir también la vena pericardiofrénica izquierda. Típicamente, comunica inferiormente con la *vena hemiácigos accesoria.* Las **venas torácicas internas** son las venas satélites de las arterias torácicas internas.

MÚSCULOS, VASOS Y NERVIOS DE LA PARED TORÁCICA

Disnea: respiración dificultosa

Cuando las personas con problemas respiratorios, como *asma,* o con *insuficiencia cardíaca,* se esfuerzan para respirar, utilizan sus músculos respiratorios accesorios para ayudar a la expansión de la cavidad torácica. Normalmente se apoyan sobre las rodillas o en los brazos de una silla para fijar sus cinturas escapulares, de manera que estos músculos puedan actuar sobre sus inserciones costales y expandir el tórax.

Abordaje quirúrgico intratorácico extrapleural

La fijación hace que sea difícil apreciarlo en el cadáver embalsamado, pero en cirugía, el carácter relativamente laxo de la delgada fascia endotorácica proporciona un plano de separación natural, que permite al cirujano separar la pleura parietal costal que recubre la cavidad pulmonar de la pared del tórax. Esto posibilita el acceso intratorácico a estructuras extrapleurales (p. ej., nódulos linfáticos) y la colocación de instrumental sin abrir, y tal vez contaminar, el espacio potencial (la cavidad pleural) que rodea los pulmones.

Infección por herpes zóster de los ganglios espinales

La *infección por herpes zóster* provoca unas lesiones cutáneas clásicas que se distribuyen en dermatomas —la *culebrilla*— y cursan con un dolor extremadamente intenso (fig. C1-3). El herpes zóster es una enfermedad vírica de los ganglios sensitivos de los nervios espinales, normalmente una reactivación del virus de la varicela-zóster (VVZ). Tras

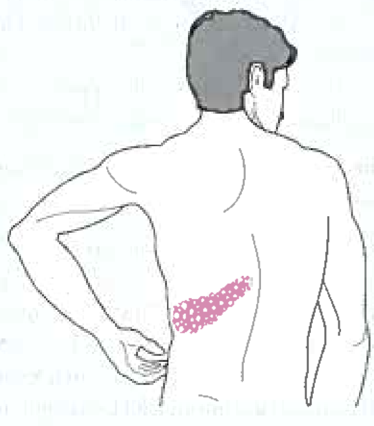


FIGURA C1-3. **Herpes zóster.**

invadir un ganglio, el virus produce un dolor agudo, urente, en el dermatoma inervado por el nervio afectado (fig. 1-18). El área de piel afectada se torna roja y aparecen erupciones vesiculosas. El dolor puede preceder o seguir a la erupción cutánea. Aunque fundamentalmente se trata de una *neuropatía* (alteración patológica de un nervio) *sensitiva*, en el 0,5 % al 5,0 % de las personas, habitualmente en sujetos de edad avanzada con cáncer, aparece debilidad debido a una afectación motora (Rowland, 2005). La debilidad muscular suele tener la misma distribución en miotomas, como el dolor y las erupciones vesiculares en dermatomas.

Bloqueo de un nervio intercostal

La anestesia local de un espacio intercostal se realiza mediante la inyección de un agente anestésico local alrededor de los nervios intercostales, entre la línea paravertebral y la zona que precisa anestesia. Esta técnica, denominada *bloqueo nervioso intercostal*, implica la infiltración de anestesia alrededor del nervio intercostal y sus ramos colaterales (fig. C1-4). El término *bloqueo* indica que las terminaciones nerviosas de la piel y la transmisión de impulsos a través de nervios sensitivos que transportan información dolorosa están interrumpidos (bloqueados) antes de que los impulsos alcancen la médula espinal y el encéfalo. Como normalmente cualquier área particular de la piel recibe inervación de dos nervios adyacentes, se produce un solapamiento considerable de dermatomas contiguos. De este modo, no se suele producir la pérdida completa de sensibilidad, a menos que se anestesien dos o más nervios intercostales en los espacios intercostales adyacentes.

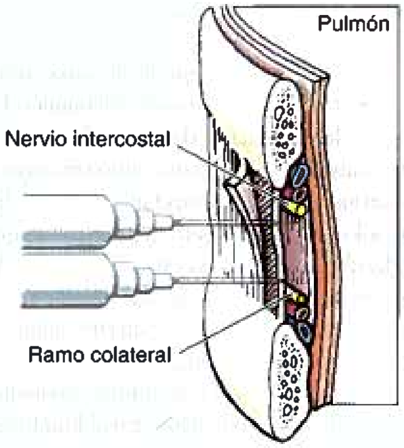


FIGURA C1-4. Bloqueo del nervio intercostal.

Puntos fundamentales

MÚSCULOS Y ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS DE LA PARED TORÁCICA

Músculos de la pared torácica. El tórax está recubierto por los músculos axioapendiculares del miembro superior y también por músculos del cuello, el dorso y abdominales. ♦ La mayor parte de estos músculos puede afectar a la respiración profunda cuando la cintura escapular está fijada, y son la causa de buena parte de las características superficiales de la región torácica. Los músculos verdaderamente torácicos, sin embargo, apenas proporcionan algunas de estas características. ♦ Los músculos serratos posteriores son delgados y tienen pequeños vientres que podrían ser órganos propioceptivos. ♦ Los músculos costales pueden mover las costillas durante la respiración forzada. La función primordial de los músculos costales es de sostén (proporcionan tono) para los espacios intercostales, oponiéndose a las presiones intratorácicas positivas y negativas. ♦ El diafragma es el músculo principal de la respiración, responsable de la mayor parte de la inspiración (normalmente, la espiración es mayoritariamente pasiva). ♦ La fascia profunda cubre y envuelve los músculos de la pared torácica, del mismo modo que lo hace en otros lugares. ♦ En ausencia de las porciones carnosas de los músculos intercostales, sus fascias se continúan como membranas intercostales y de ese modo se completa la pared. ♦ La fascia endotorácica es una fina lámina fibroareolar situada entre la cara interna de la caja torácica y el revestimiento de las cavidades pulmonares, que puede abrirse quirúrgicamente para acceder a las estructuras intratorácicas.

Estructuras vasculonerviosas de la pared torácica. El patrón de distribución de las estructuras vasculonerviosas de la pared torácica es un reflejo de la construcción de la caja torácica. ♦ Estas estructuras vasculonerviosas recorren los espacios intercostales, paralelas a las costillas, y abastecen a los músculos intercostales así como al tegumento y a la pleura parietal en sus caras profunda y superficial. ♦ Debido a que la formación de plexos no está relacionada con la pared torácica, el patrón de inervación periférica y segmentaria (dermatomas) es idéntico en esta región. ♦ Los nervios intercostales siguen un recorrido, de posterior a anterior, a todo lo largo de cada espacio intercostal, y las arterias y venas intercostales anteriores y posteriores convergen hacia y se anastomosan en, aproximadamente, la línea axilar anterior. ♦ Los vasos posteriores se originan en la aorta torácica y drenan en el sistema venoso ácigos. ♦ Los vasos anteriores se originan de la arteria torácica interna, ramas y tributarias, y drenan en la vena torácica interna, ramas y tributarias.

Mamas

Las mamas son los elementos superficiales más destacados de la pared anterior del tórax, especialmente en la mujer. Las **mamas** se componen de tejido glandular y de tejido fibroso de soporte integrados en una matriz de tejido graso, junto con vasos sanguíneos y linfáticos, y nervios. Tanto hombres como mujeres tienen mamas; generalmente sólo están bien desarrolladas en las mujeres (figs. 1-21 y 1-22). Las **glándulas mamarias** están situadas en el tejido subcutáneo que recubre los músculos pectorales mayor y menor. El *pezón* está situado en la prominencia más elevada de la mama, rodeado por un área circular de piel pigmentada, la **areola.**

En las mujeres, las glándulas mamarias de las mamas son estructuras accesorias para la reproducción. En el hombre son rudimentarias y carecen de función; consisten únicamente en unos pocos conductos pequeños o cordones epiteliales. Normalmente, la grasa de las mamas masculinas no es diferente de la del tejido subcutáneo de cualquier otra localización, y normalmente el sistema glandular no se desarrolla.

MAMAS FEMENINAS

El tamaño de las mamas de una mujer que no amamanta depende de la cantidad de grasa que rodea el tejido glandular. El cuerpo más o menos circular de las mamas femeninas se extiende transversalmente desde el borde lateral del esternón hacia la línea axilar media, y verticalmente desde la 2.ª hasta la 6.ª costillas. Dos terceras partes del lecho de la mama están formadas por la **fascia pectoral** que cubre el pectoral mayor, y el tercio restante por la fascia que cubre el serrato anterior. Entre la mama y la fascia pectoral se sitúa un plano de tejido conectivo laxo o espacio potencial —el **espacio** (bolsa) **retromamario.** Este plano contiene una pequeña cantidad de grasa, y permite a la mama cierto grado de movimiento sobre la fascia pectoral. Una pequeña porción de la glándula mamaria puede extenderse a lo largo del borde inferolateral del pectoral mayor hacia la fosa axilar (axila) y formar el **proceso axilar** o cola (cola o proceso de Spence). Algunas mujeres lo descubren (especialmente cuando puede agrandarse durante un ciclo menstrual) y pueden creer que se trata de un bulto (tumor) o un nódulo linfático aumentado de tamaño.

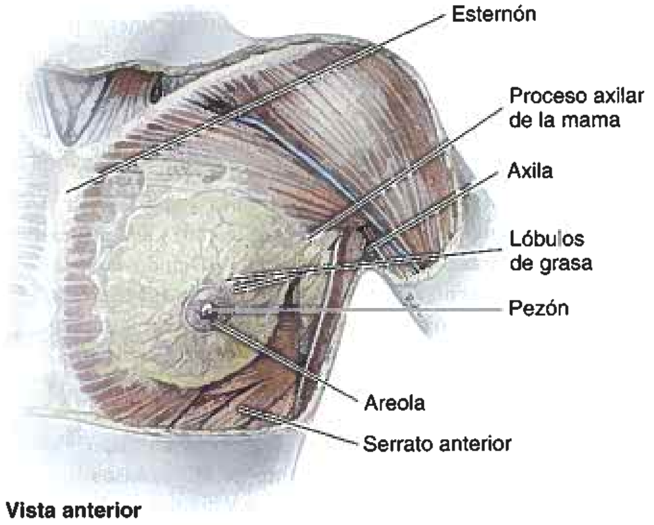


FIGURA 1-21. Disección superficial de la región pectoral femenina. La fascia pectoral se ha eliminado, excepto donde se sitúa profundamente a la mama. La base de la mama se extiende desde la 2.ª a la 6.ª costillas. El proceso axilar de la mama se extiende hacia la fosa axilar o hasta su interior.

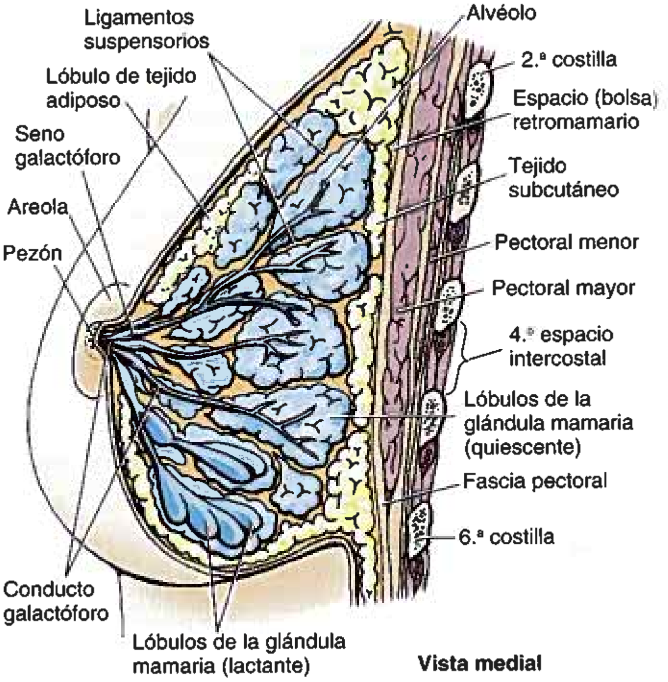


FIGURA 1-22. Corte sagital de la mama femenina y de la pared torácica anterior. Los dos tercios superiores de la figura muestran los ligamentos suspensorios y los alvéolos de la mama con lóbulos quiescentes de la glándula mamaria; la parte inferior muestra lóbulos lactantes de la glándula mamaria.

Las glándulas mamarias están firmemente unidas a la dermis de la piel que las recubre, en especial por ligamentos cutáneos consistentes, los **ligamentos suspensorios** (de Cooper). Estas condensaciones de tejido conectivo fibroso, particularmente bien desarrolladas en la porción superior de la glándula, ayudan a sostener los *lóbulos y lobulillos de la glándula mamaria.*

Durante la pubertad (8-15 años de edad), normalmente las mamas crecen, debido en parte al desarrollo glandular pero sobre todo por el aumento del depósito de grasa. Las areolas y los pezones también crecen. El tamaño de la mama y su forma vienen determinados parcialmente por factores genéticos, raciales y dietéticos. Los **conductos galactóforos** dan lugar a yemas que se desarrollan en 15-20 **lóbulos de la glándula mamaria,** que constituyen el **parénquima** (tejido funcional) de la glándula mamaria. Por tanto, cada lóbulo está drenado por un conducto galactóforo, y todos ellos convergen para abrirse independientemente. Cada conducto tiene una porción dilatada profunda a la areola, el **seno galactóforo,** donde se acumulan gotitas de leche en la madre lactante. Cuando el lactante empieza a mamar, la compresión de la areola (y de los senos galactóforos que hay debajo) exprime las gotitas acumuladas y estimula al lactante a continuar mamando mientras se establece el *reflejo de bajada de la leche* mediado hormonalmente. La leche de la madre es secretada en la boca del lactante, y no aspirada de la glándula.

Las areolas contienen abundantes **glándulas sebáceas,** que se dilatan durante el embarazo y secretan una sustancia oleosa que proporciona un lubricante protector para la areola y el pezón. Estas estructuras están especialmente expuestas al roce y la irritación en el inicio de la lactancia materna. Los **pezones** (papilas mamarias son prominencias de forma cónica o cilíndrica situadas en el centro de la areola. Los pezones no tienen grasa, pelo ni glándulas sudoríparas. Las puntas de los pezones está fisuradas por los conductos galactóforos que desembocan en ellos. Los pezones están compuestos sobre todo por fibras musculares lisas dispuestas de forma circular que comprimen los conductos galactóforos durante la lactancia y producen la erección de los pezones como respuesta a estímulos, como cuando el lactante empieza a succionar.

Las glándulas mamarias son glándulas sudoríparas modificadas; por consiguiente, no tienen ni cápsula ni vaina. El contorno redondeado y la mayor parte del volumen de las mamas se deben a la grasa subcutánea, excepto durante el embarazo, cuando crecen las glándulas mamarias y se forma nuevo tejido glandular. Los **alvéolos** (del latín, pequeños espacios huecos) secretores de leche están dispuestos en racimo. En muchas mujeres, las mamas aumentan ligeramente de tamaño durante el período menstrual debido al aumento de la liberación en el tejido glandular de gonadotropinas —las hormonas estimulante del folículo (FSH) y luteinizante (LH).

VASCULARIZACIÓN DE LA MAMA

La *irrigación arterial de la mama* (figs. 1-23A y B) deriva de:

- **Ramas mamarias mediales de las ramas perforantes** y *ramas intercostales anteriores de la arteria torácica interna,* que se origina en la arteria subclavia.
- **Arterias torácica lateral** y **toracoacromial,** ramas de la arteria axilar.
- *Arterias intercostales posteriores,* ramas de la aorta torácica en los espacios intercostales 2.º, 3.º y 4.º.

El *drenaje venoso de la mama* se dirige principalmente a la **vena axilar,** aunque también drena una parte en la vena torácica interna (fig. 1-23C).

El *drenaje linfático de la mama* es importante debido a su papel en las metástasis de células cancerosas. La linfa pasa desde el pezón, la areola y los lóbulos de la glándula hacia el **plexo linfático subareolar** (figs. 1-24A y B), y desde ahí:

- La mayor parte de la linfa (> 75 %), en especial la de los cuadrantes laterales de las mamas, drena hacia los *nódulos linfáticos axilares*, inicialmente en su mayoría a los *nódulos pectorales* o *anteriores*. No obstante, una porción de linfa puede drenar directamente a otros nódulos axilares, o incluso a los nódulos interpectorales, deltopectorales, supraclaviculares o cervicales profundos inferiores. (Los nódulos linfáticos axilares se tratan en detalle en el cap. 6.)
- La mayor parte de la linfa restante, en particular la de los cuadrantes mamarios mediales, drena hacia los *nódulos linfáticos paraesternales* o hacia la mama opuesta, mientras que la linfa de los cuadrantes inferiores puede pasar profundamente hacia nódulos linfáticos abdominales (*nódulos linfáticos frénicos inferiores* subdiafragmáticos).

La linfa de la piel de la mama, excepto la de la areola y el pezón, drena en los nódulos linfáticos axilares, cervicales profundos inferiores e infraclaviculares homolaterales, y en los nódulos linfáticos paraesternales de ambos lados.

La linfa de los nódulos axilares drena en los nódulos linfáticos *claviculares* (*supraclaviculares* e *infraclaviculares*) y desde éstos en el **tronco linfático subclavio,** que también drena la linfa del miembro superior. La linfa de los nódulos paraesternales entra en los *troncos linfáticos broncomediastínicos,* que drenan también la linfa de las vísceras torácicas. La terminación de estos troncos linfáticos es variable; tradicionalmente se ha descrito la fusión de estos troncos entre sí y con el *tronco linfático yugular,* drenando la cabeza y el cuello para formar un corto **conducto linfático derecho** en el lado derecho o entrando su terminación en el *conducto torácico* en el lado izquierdo. Sin embargo, en muchos casos (si no en la mayoría) los troncos desembocan independientemente en la *unión de las venas yugular interna y subclavia,* los **ángulos venosos derecho** o **izquierdo,** que forman las *venas braquiocefálicas derecha e izquierda* (fig. 1-24C). En algunas ocasiones, desembocan en ambas venas.

NERVIOS DE LA MAMA

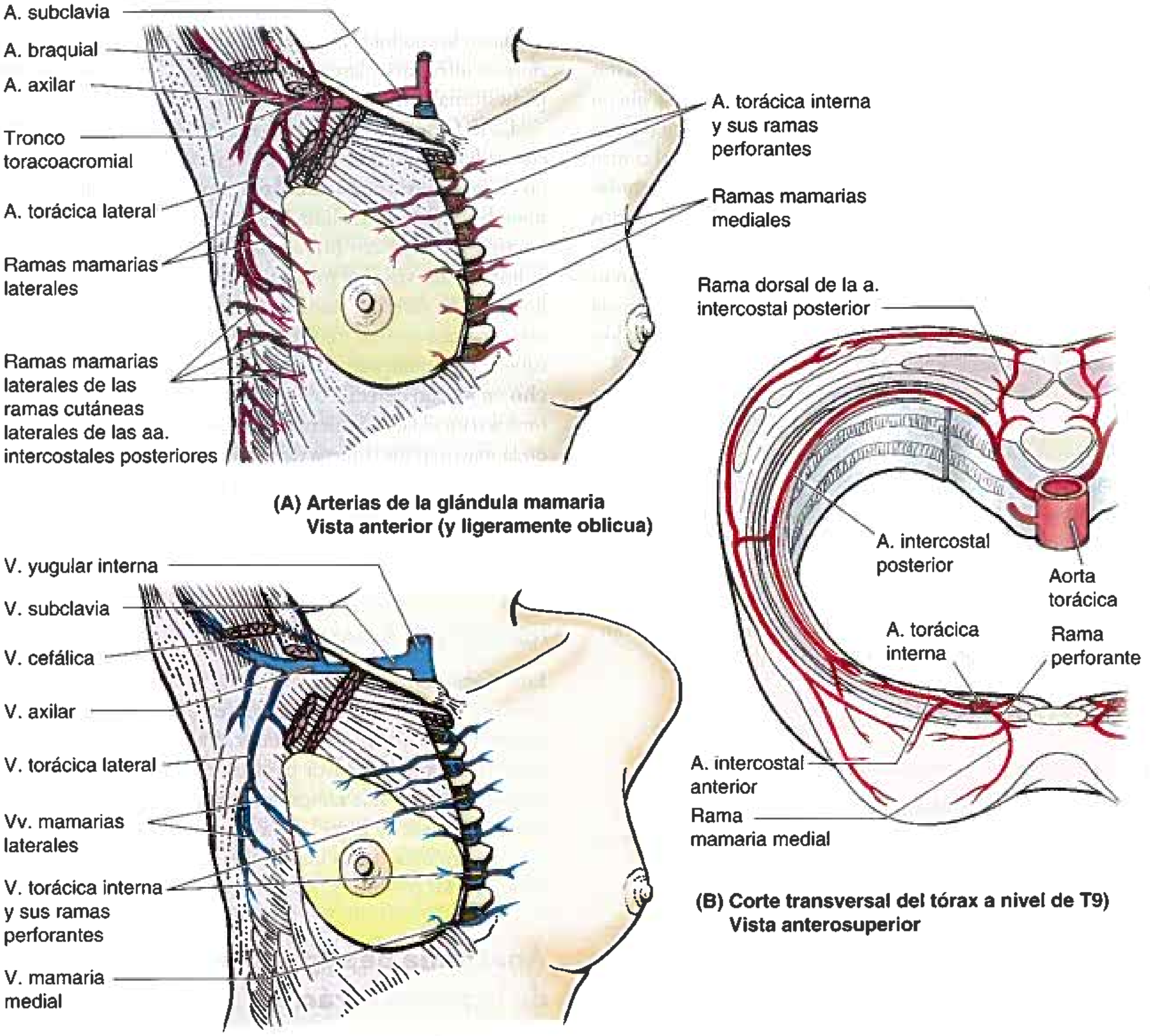
Los *nervios de la mama* derivan de ramos cutáneos anteriores y laterales de los **nervios intercostales 4.º-6.º** (fig. 1-15). Estos ramos de los nervios intercostales atraviesan la fascia pectoral que recubre el pectoral mayor para alcanzar el tejido subcutáneo y la piel de la mama. Los ramos de los nervios intercostales conducen fibras sensitivas de la piel de la mama y fibras simpáticas hasta los vasos sanguíneos de las mamas y el músculo liso en la piel que las recubre y los pezones.

Anatomía de superficie de la pared torácica

Las **clavículas** se sitúan subcutáneamente formando relieves óseos en la unión del tórax y el cuello (fig. 1-25). Pueden palparse fácilmente en toda su longitud, sobre todo donde sus extremidades mediales se articulan con el manubrio del esternón. *Las clavículas delimitan la división superior entre zonas de drenaje linfático:* por encima de las clavículas la linfa fluye en última instancia hacia los nódulos inferiores (nódulos cervicales laterales profundos inferiores) linfáticos yugulares; por debajo de ellas, la linfa parietal (la que procede de la pared del tronco y de los miembros superiores) fluye hacia los nódulos linfáticos axilares.

El **esternón** se sitúa subcutáneamente en la línea media anterior y es palpable a lo largo de toda su longitud. Entre las prominencias de los extremos mediales de las clavículas y las articulaciones esternoclaviculares puede palparse la **escotadura yugular** en el manubrio. La escotadura se sitúa al nivel del borde inferior del cuerpo de la vértebra T2 y el espacio entre la 1.ª y la 2.ª apófisis espinosas torácicas.

El **manubrio,** de aproximadamente 4 cm de longitud, se sitúa a nivel de los cuerpos de las vértebras T3 y T4 (fig. 1-26). El **ángulo del esternón** es palpable, y a menudo visible en las personas jóvenes, debido al ligero movimiento que se produce en la articula-


A. subclavia
A. braquial
A. axilar
Tronco toracoacromial
A. torácica lateral
Ramas mamarias laterales
Ramas mamarias laterales de las ramas cutáneas laterales de las aa. intercostales posteriores
A. torácica interna y sus ramas perforantes
Ramas mamarias mediales
Rama dorsal de la a. intercostal posterior
A. intercostal posterior
Aorta torácica
A. torácica interna
Rama perforante
A. intercostal anterior
Rama mamaria medial
V. yugular interna
V. subclavia
V. cefálica
V. axilar
V. torácica lateral
Vv. mamarias laterales
V. torácica interna y sus ramas perforantes
V. mamaria medial

(A) Arterias de la glándula mamaria Vista anterior (y ligeramente oblicua)

(B) Corte transversal del tórax a nivel de T9) Vista anterosuperior

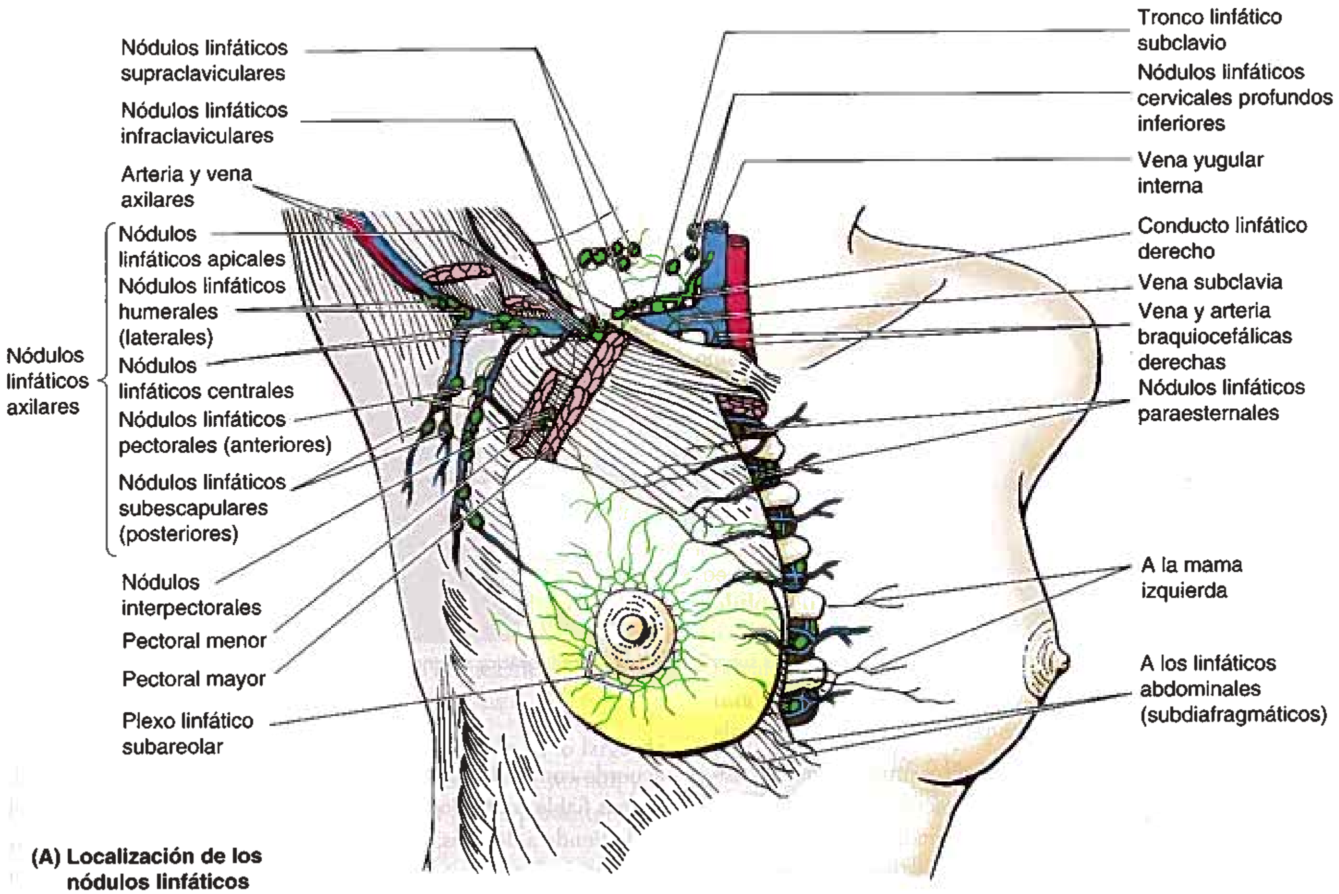
(C) Venas de la glándula mamaria Vista anterior (y ligeramente oblicua)

FIGURA 1-23. Vascularización de la mama. A. La glándula mamaria está irrigada desde su cara medial principalmente por ramas perforantes de la arteria torácica interna y por varias ramas de la arteria axilar (fundamentalmente la arteria torácica lateral) superior y lateralmente. **B.** Profundamente, la mama está irrigada por ramas que provienen de las arterias intercostales. **C.** El drenaje venoso se dirige a la vena axilar (principalmente) y a las venas torácicas internas.

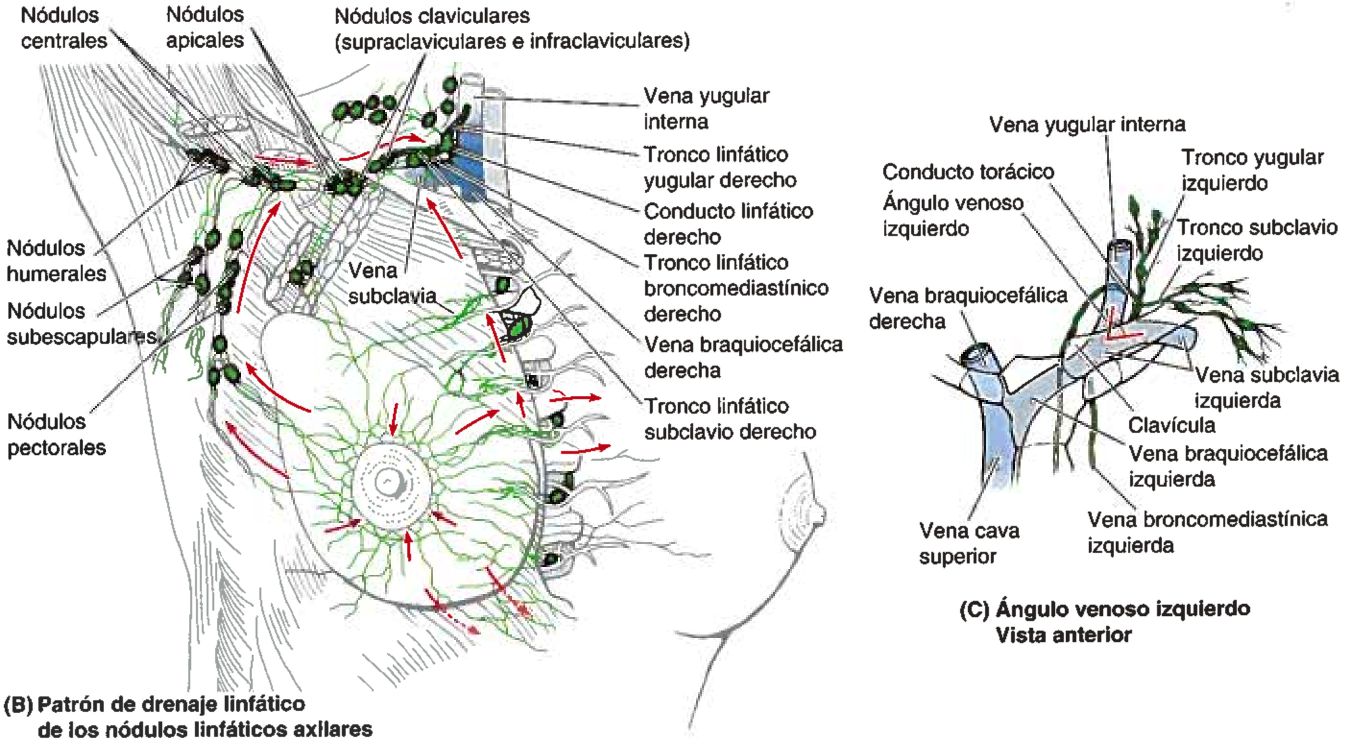
ción manubrioesternal durante la respiración forzada. El ángulo del esternón se sitúa al nivel del disco intervertebral T4-5 y el espacio entre la 3.ª y la 4.ª apófisis espinosas torácicas. El ángulo del esternón señala el nivel del 2.º par de cartílagos costales. El lado izquierdo del manubrio es anterior al arco de la aorta, y su lado derecho se sitúa cubriendo directamente la unión de las venas braquiocefálicas para formar la **vena cava superior (VCS).** Debido a que la colocación de catéteres en la VCS para nutrición endovenosa es una práctica clínica frecuente en enfermedades muy graves y para otros propósitos, es fundamental conocer la anatomía de superficie de esta gran vena. La VCS pasa inferiormente profunda al manubrio del esternón y la unión manubrioesternal, pero se proyecta como máximo la anchura de un dedo a la derecha del borde del manubrio. La VCS entra en la aurícula (atrio) derecha del corazón frente al 3.^er^ cartílago costal derecho.

El **cuerpo del esternón,** de aproximadamente 10 cm de longitud, se sitúa anterior al borde derecho del corazón y las vértebras T5-9. El **surco intermamario** (depresión en la línea media o separación entre las mamas de las mujeres) se sitúa sobre el cuerpo esternal. La **apófisis xifoides** se sitúa en una leve depresión, la **fosa epigástrica.** Esta fosa se utiliza como guía en la reanimación cardiopulmonar (RCP) para colocar correctamente la mano sobre la parte inferior del esternón. La **articulación xifoesternal** es palpable y a menudo puede observarse como una cresta, al nivel del borde inferior de la vértebra T9.

Los **arcos costales,** formados por la unión de los cartílagos costales de las costillas 7.ª-10.ª, se pueden palpar con facilidad en el punto en que se extienden inferolateralmente desde la articulación xifoesternal. Los cartílagos costales derecho e izquierdo convergen para formar el **ángulo infraesternal.**


Nódulos linfáticos supraclaviculares
Nódulos linfáticos infraclaviculares
Arteria y vena axilares
Nódulos linfáticos axilares
Nódulos linfáticos apicales
Nódulos linfáticos humerales (laterales)
Nódulos linfáticos centrales
Nódulos linfáticos pectorales (anteriores)
Nódulos linfáticos subescapulares (posteriores)
Nódulos interpectorales
Pectoral menor
Pectoral mayor
Plexo linfático subareolar
Tronco linfático subclavio
Nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores
Vena yugular interna
Conducto linfático derecho
Vena subclavia
Vena y arteria braquiocefálicas derechas
Nódulos linfáticos paraesternales
A la mama izquierda
A los linfáticos abdominales (subdiafragmáticos)

(A) Localización de los nódulos linfáticos


Nódulos centrales
Nódulos apicales
Nódulos claviculares (supraclaviculares e infraclaviculares)
Vena yugular interna
Tronco linfático yugular derecho
Conducto linfático derecho
Tronco linfático broncomediastínico derecho
Vena braquiocefálica derecha
Tronco linfático subclavio derecho
Vena subclavia
Nódulos humerales
Nódulos subescapulares
Nódulos pectorales
Vena yugular interna
Conducto torácico
Ángulo venoso izquierdo
Tronco yugular izquierdo
Tronco subclavio izquierdo
Vena braquiocefálica derecha
Vena subclavia izquierda
Clavícula
Vena braquiocefálica izquierda
Vena cava superior
Vena broncomediastínica izquierda

(B) Patrón de drenaje linfático de los nódulos linfáticos axilares

(C) Ángulo venoso izquierdo Vista anterior

Vista anterior (y ligeramente oblicua)

FIGURA 1-24. Drenaje linfático de la mama. A. Nódulos linfáticos que reciben el drenaje de la mama. **B.** Las *flechas rojas* indican el flujo linfático que proviene de la mama derecha. La mayor parte de la linfa, especialmente la que proviene del cuadrante lateral superior y del centro de la mama, drena en los nódulos linfáticos axilares, que a su vez son drenados por el tronco linfático subclavio. En el lado derecho, entra en el sistema venoso por medio del conducto linfático derecho. **C.** La mayor parte de la linfa de la mama izquierda retorna al sistema venoso por medio del conducto torácico.

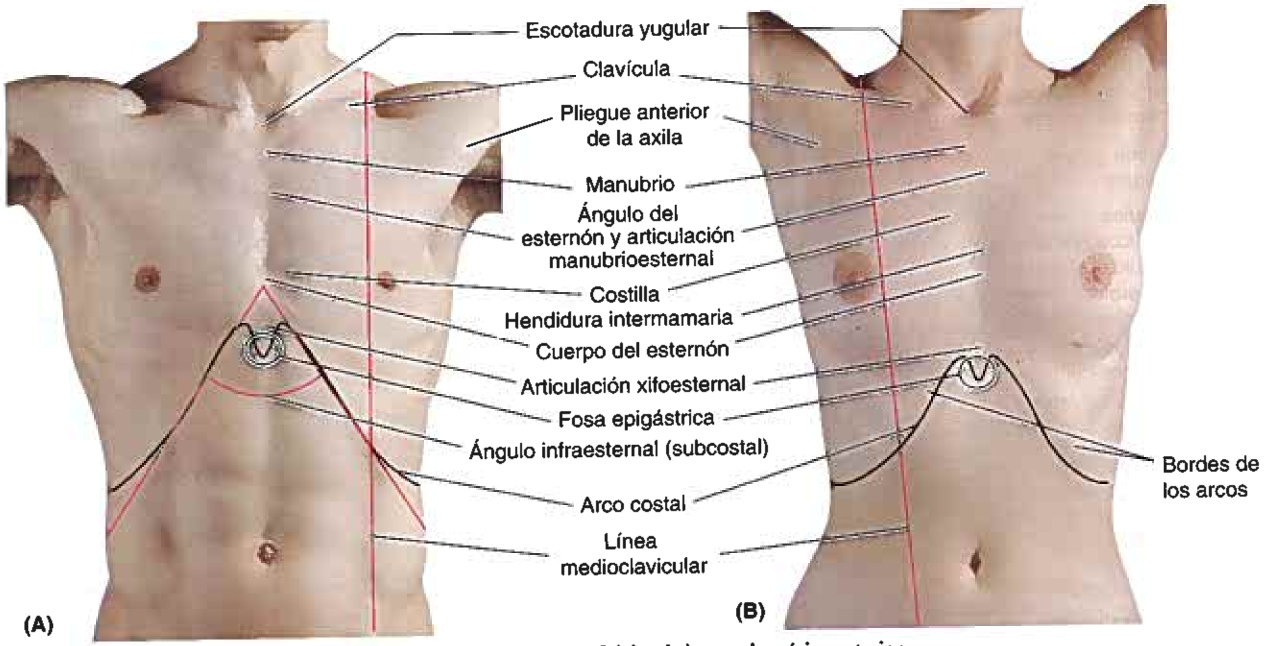

Escotadura yugular
Clavícula
Pliegue anterior de la axila
Manubrio
Ángulo del esternón y articulación manubrioesternal
Costilla
Hendidura intermamaria
Cuerpo del esternón
Articulación xifoesternal
Fosa epigástrica
Ángulo infraesternal (subcostal)
Arco costal
Línea medioclavicular
Bordes de los arcos
(A)
(B)

FIGURA 1-25. **Detalles superficiales de la pared torácica anterior.**

Las **costillas** y los **espacios intercostales** proporcionan la base para localizar o describir la posición de estructuras, traumatismos o afectación de la pared torácica o en su profundidad. Debido a que la 1.ª costilla no es palpable, el recuento de costillas en las exploraciones físicas comienza en la 2.ª, adyacente al ángulo del esternón, que es subcutáneo y se palpa fácilmente. Para contar las costillas y los espacios intercostales anteriormente, se deslizan los dedos lateralmente desde el ángulo del esternón hacia el 2.° cartílago costal, y se empiezan a contar las costillas y los espacios moviendo los dedos a partir de ahí. El 1.er espacio intercostal es el superior al 2.° cartílago costal —esto es, los espacios intercostales se numeran de acuerdo con la costilla que forma su límite superior. En general, es más fiable contar los espacios intercostales, ya que la yema del dedo tiende a descansar en (deslizarse hacia) los huecos entre las costillas. Hay que dejar un dedo en ese espacio mientras se utiliza el otro para localizar el espacio siguiente. Si utilizamos todos los dedos es posible localizar cuatro espacios al mismo tiempo. Los espacios son más anchos anterolateralmente (aproximadamente en la línea medioclavicular). Si se separan los dedos de la pared torácica mientras se cuentan los espacios, el dedo fácilmente puede volver a un mismo espacio y confundirlo con el de abajo. Posteriormente, el extremo medial de la espina de la escápula se sitúa sobre la 4.ª costilla.

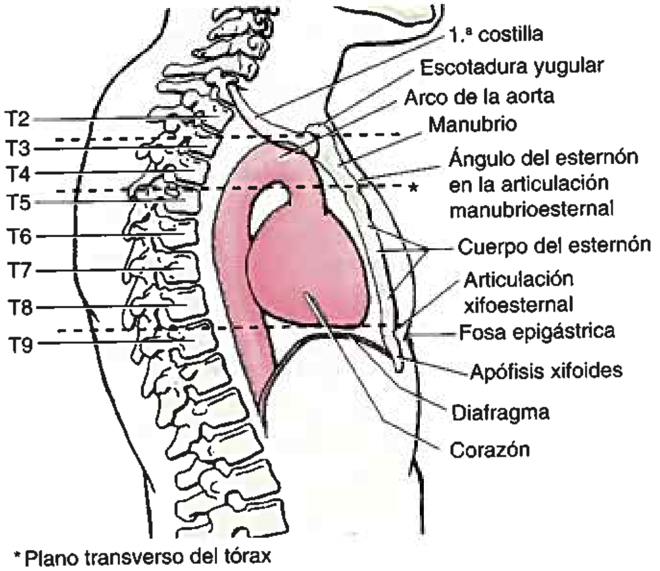

T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
1.ª costilla
Escotadura yugular
Arco de la aorta
Manubrio
Ángulo del esternón en la articulación manubrioesternal
*
Cuerpo del esternón
Articulación xifoesternal
Fosa epigástrica
Apófisis xifoides
Diafragma
Corazón
* Plano transverso del tórax

FIGURA 1-26. **Niveles vertebrales del esternón y plano transverso del tórax.**

Mientras que las costillas y/o los espacios intercostales proporcionan la «latitud» para la orientación y la localización en la pared torácica, diversas líneas imaginarias facilitan las descripciones anatómicas y clínicas al proporcionar la «longitud». Las líneas mencionadas a continuación están extrapoladas sobre la pared torácica basándose en características superficiales visibles o palpables:

- La **línea media anterior (medioesternal)** indica la intersección del plano medio con la pared anterior del tórax (fig. 1-27A).
- La **línea medioclavicular** pasa a través del punto medio de la clavícula, paralela a la línea media anterior.
- La **línea axilar anterior** discurre verticalmente a lo largo del pliegue anterior de la axila, que está formado por el borde inferolateral del músculo pectoral mayor a medida que se expande desde el tórax hasta el húmero en el brazo (fig. 1-27B).
- La **línea axilar media** discurre desde el vértice (parte más profunda) de la axila, paralela a la línea axilar anterior.
- La **línea axilar posterior,** también paralela a la línea axilar anterior, discurre verticalmente a lo largo del pliegue posterior de la axila formado por los músculos dorsal ancho y redondo mayor, a medida que se expanden desde el dorso hacia el húmero.

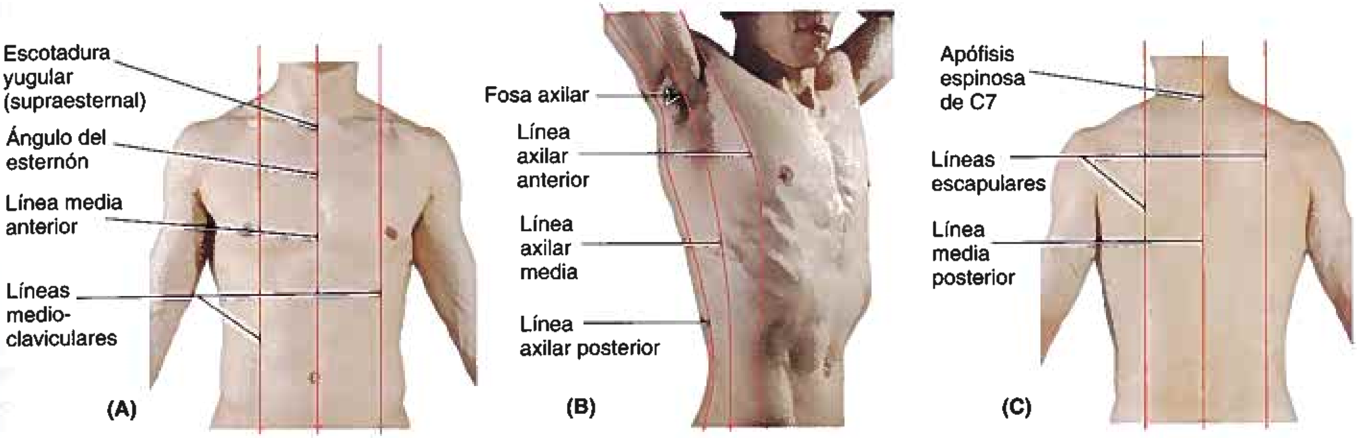

Escotadura yugular (supraesternal)
Ángulo del esternón
Línea media anterior
Líneas medio-claviculares
(A)
Fosa axilar
Línea axilar anterior
Línea axilar media
Línea axilar posterior
(B)
Apófisis espinosa de C7
Líneas escapulares
Línea media posterior
(C)

FIGURA 1-27. **Líneas verticales de la pared torácica.**

- La **línea media posterior (mediovertebral)** es una línea vertical que discurre a lo largo de los vértices de las apófisis espinosas de las vértebras (fig. 1-27C).
- Las **líneas escapulares** son paralelas a la línea media posterior y cruzan los ángulos inferiores de las escápulas.

Se extrapolan otras líneas (que no se muestran) a lo largo de los bordes palpables de formaciones óseas como el esternón y la columna vertebral, como por ejemplo las líneas paraesternal y paravertebral.

Las **mamas** son los elementos superficiales más destacados de la pared anterior del tórax, especialmente en la mujer. Excepto en caso de un exceso de tejido subcutáneo, en el hombre las mamas generalmente son una acentuación del contorno de los **músculos pectorales mayores,** realzado por la presencia del pezón en el 4.° espacio intercostal, lateral a la línea medioclavicular. En los individuos moderadamente atléticos, el contorno de los músculos pectorales mayores está bien definido, y están separados en la línea media por el surco intermamario sobre el esternón, con el borde lateral formando el **pliegue axilar anterior** (fig. 1-25). Inferolateralmente, unas bandas similares a un dedo, o **digitaciones del serrato mayor,** tienen un aspecto de dientes de sierra insertándose en las costillas e interdigitándose con el **oblicuo externo del abdomen** (fig. 1-28). Las **costillas inferiores** y los **arcos costales** a menudo son evidentes, en especial cuando los músculos abdominales están contraídos para «esconder la barriga». La musculatura intercostal no suele observarse normalmente; no obstante, en algún caso (raramente) en que hay ausencia o atrofia de la musculatura intercostal, los espacios intercostales se hacen evidentes con la respiración: durante la inspiración, son cóncavos y durante la espiración protruyen.

Las mamas femeninas tienen un tamaño, una forma y una simetría variables —incluso en una misma mujer. Sus superficies anteriores aplanadas no muestran una demarcación clara con la superficie anterior de la pared torácica, pero sus bordes están bien definidos lateralmente e inferiormente (fig. 1-29). A menudo es visible un patrón venoso sobre las mamas, sobre todo durante el embarazo.

El **pezón** está rodeado por un área pigmentada, ligeramente sobreelevada y circular, la **areola**, cuyo color varía con la complexión de la mujer. La areola generalmente se oscurece durante el embarazo y a partir de entonces mantiene ese color. La areola está normalmente punteada por aberturas papulares (levemente elevadas) de las **glándulas areolares** (glándulas sebáceas de la piel de la areola). En ocasiones, uno o los dos pezones están invertidos; esta leve anomalía congénita puede dificultar la lactancia.

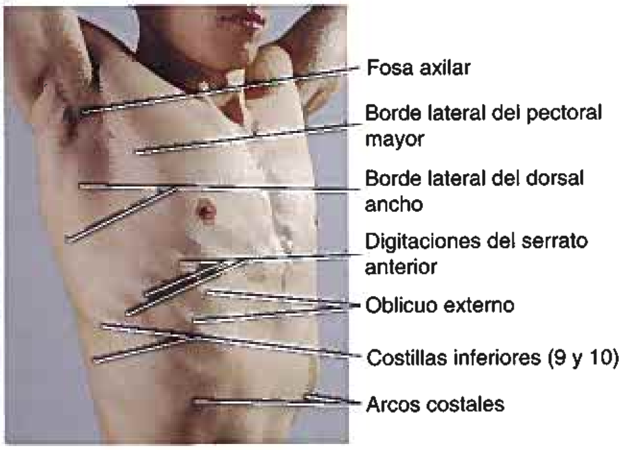

Fosa axilar
Borde lateral del pectoral mayor
Borde lateral del dorsal ancho
Digitaciones del serrato anterior
Oblicuo externo
Costillas inferiores (9 y 10)
Arcos costales

FIGURA 1-28. **Anatomía de superficie de la musculatura de la pared torácica.**

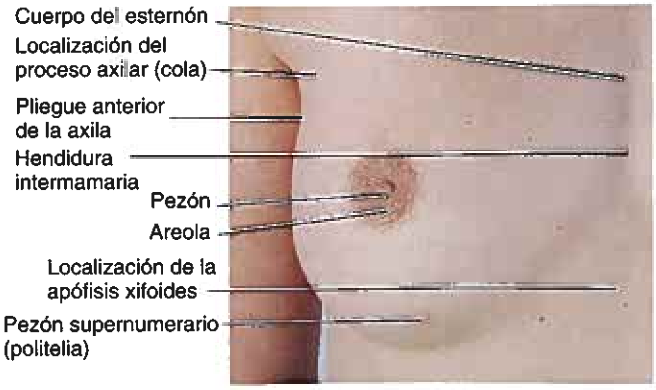

Cuerpo del esternón
Localización del proceso axilar (cola)
Pliegue anterior de la axila
Hendidura intermamaria
Pezón
Areola
Localización de la apófisis xifoides
Pezón supernumerario (politelia)

FIGURA 1-29. **Anatomía de superficie de la mama femenina.**

En los hombres y en las mujeres *nulíparas* jóvenes —las que nunca han dado a luz un feto viable— con mamas de un tamaño moderado, el pezón se sitúa anterior al 4.° espacio intercostal, aproximadamente a 10 cm de la línea media anterior. Generalmente, sin embargo, los pezones muestran una considerable variabilidad con el tamaño de la mama, sobre todo en las *mujeres multíparas*. Por consiguiente, y debido a las variaciones en el tamaño y en la forma, los pezones no son una referencia fiable del 4.° espacio intercostal en las mujeres adultas.

MAMAS

Cambios en las mamas

El tejido mamario sufre cambios, como la ramificación de los conductos galactóforos, durante los períodos menstruales y en el embarazo. Aunque las glándulas mamarias están preparadas para la secreción hacia la mitad de la gestación, no producen leche hasta poco después de que haya nacido el bebé. Durante el último trimestre del embarazo y en las fases iniciales de la lactancia, los pezones segregan *calostro*, un líquido preláceto cremoso, de color blanco a amarillento. El calostro es especialmente rico en proteínas y agentes inmunitarios, y un factor de crecimiento que afecta a los intestinos del lactante. En las mujeres multíparas (aquellas que han dado a luz dos o más veces), las mamas suelen volverse grandes y péndulas. Las mamas de las mujeres de edad avanzada suelen ser pequeñas debido a la disminución de grasa y a la atrofia del tejido glandular.

Cuadrantes de las mamas

Para la localización anatómica y la descripción de quistes y tumores, la superficie de la mama se divide en cuatro cuadrantes (fig. C1-5). Por ejemplo, un médico podría afirmar en un informe: «Se palpa una masa dura e irregular en el cuadrante superior medial de la mama, a las 2 en punto y aproximadamente a 2,5 cm del borde de la areola».

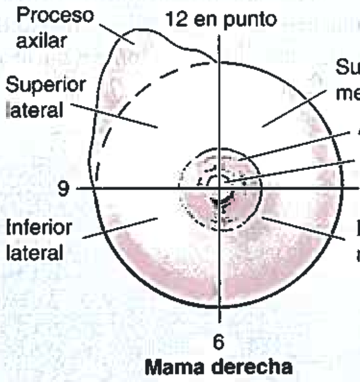


FIGURA C1-5. Cuadrantes mamarios.

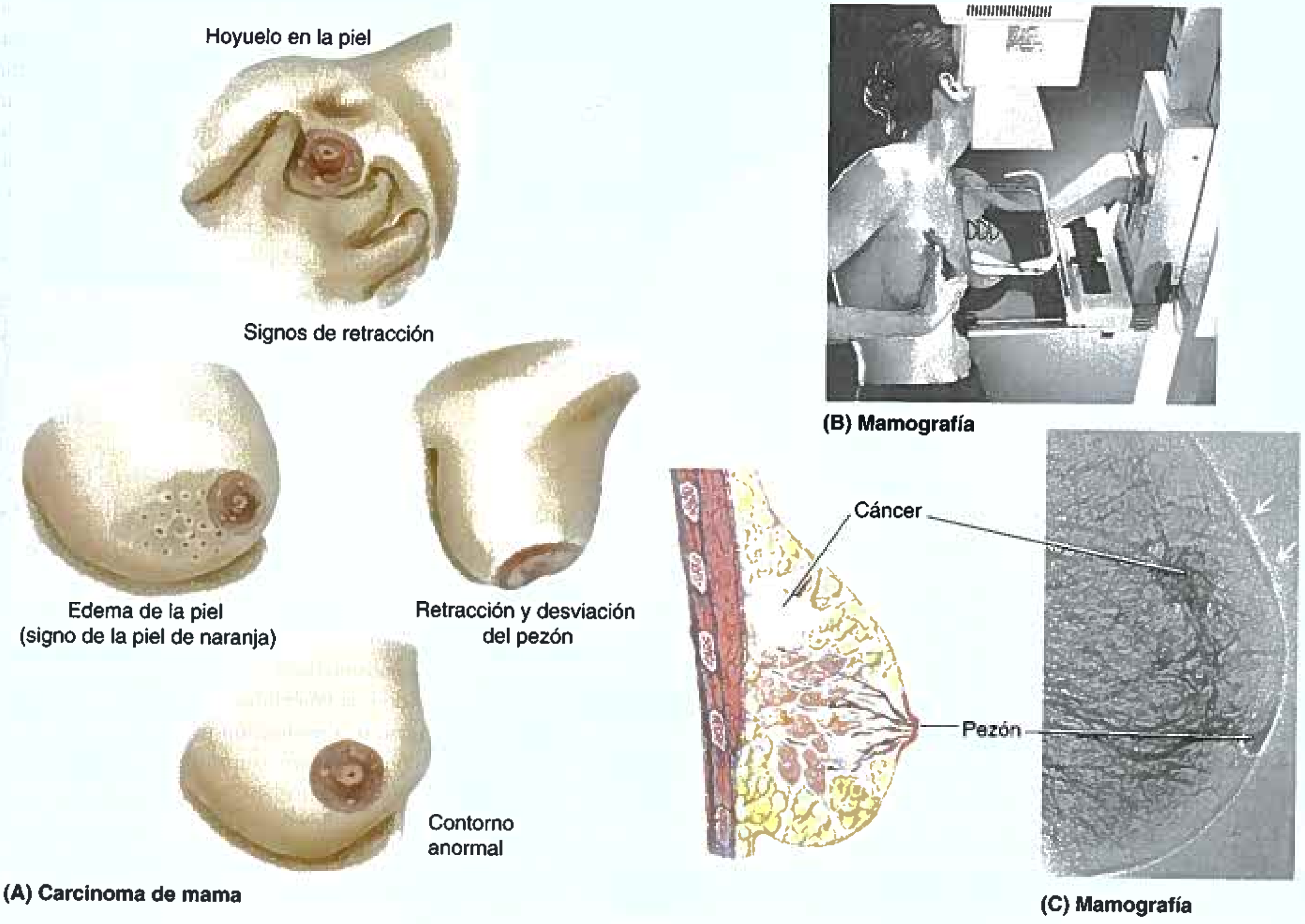
Cáncer de mama

Conocer el drenaje linfático de las mamas es de importancia práctica para la predicción de las metástasis (diseminación) del *cáncer de mama*. Los carcinomas de mama son tumores malignos, normalmente adenocarcinomas que se originan en las células epiteliales de los conductos galactóforos de los lóbulos de la glándula mamaria (fig. C1-6A). Las células cancerosas metastásicas que pasan a un vaso linfático suelen cruzar dos o tres grupos de nódulos linfáticos antes de llegar al sistema venoso.

La obstrucción del drenaje linfático a causa del cáncer puede originar *linfedema* (edema, exceso de líquido en el tejido subcutáneo), que a su vez puede provocar desviación del pezón y una apariencia coriácea, engrosada, de la piel de la mama. Entre los poros y hoyuelos de la piel puede desarrollarse una piel prominente (hinchada), que da origen a una apariencia de piel de naranja (*signo de la piel de naranja*). A menudo, la piel presenta unos hoyuelos más grandes (como la punta del dedo o mayores) debido a la invasión neoplásica del tejido glandular y a fibrosis (degeneración fibrosa), lo que provoca el acortamiento de los ligamentos suspensorios o tira de ellos. El *cáncer de mama subareolar* puede causar retracción del pezón por un mecanismo parecido que implica a los conductos galactóforos.

El cáncer de mama se disemina típicamente a través de los vasos linfáticos (*metástasis linfógenas*), que transportan células cancerosas desde la mama a los nódulos linfáticos, principalmente a los de la axila. Las células alojadas en los nódulos producen nidos de células tumorales (metástasis). Las abundantes comunicaciones entre las vías linfáticas y entre los nódulos linfáticos axilares, cervicales, y paraesternales también pueden hacer que aparezcan metástasis procedentes de la mama en los nódulos linfáticos supraclaviculares, en la mama opuesta o en el abdomen. Como la mayor parte del drenaje linfático de la mama se dirige a los *nódulos linfáticos axilares* (fig. 1-24A), éstos constituyen la localización más frecuente de las metástasis del cáncer de mama. El aumento de tamaño de estos nódulos palpables sugiere la posibilidad de que exista un cáncer en la mama, y puede ser clave para su detección precoz. Sin embargo, la ausencia de nódulos axilares agrandados no garantiza que no se hayan producido metástasis de un cáncer de mama, ya que las células malignas pueden haber pasado a otros nódulos, como los nódulos linfáticos infraclaviculares y supraclaviculares.

Las venas intercostales posteriores drenan en el *sistema venoso ácigos/hemiácigos* a lo largo de los cuerpos de las vértebras (v. figura 1-38B), y se comunican con el plexo venoso vertebral interno que rodea la médula espinal. Las células cancerosas también pueden diseminarse desde la mama a través de estas vías venosas hasta las vértebras, y desde ahí al cráneo y al cerebro. El cáncer también se disemina por contigüidad (invasión del tejido adyacente). Cuando las células malignas invaden el *espacio retromamario* (fig. 1-22), se fijan o invaden la fascia pectoral que cubre el pectoral mayor, o metastatizan en los nódulos interpectorales, la mama se eleva al contraer el músculo. Este movimiento es un signo clínico del cáncer de mama avanzado. Para observar este movimiento ascendente,



(A) Carcinoma de mama

(B) Mamografía

(C) Mamografía

FIGURA C1-6. **Detección del cáncer de mama.**

el médico hace que la paciente coloque las manos en las caderas y haga fuerza mientras tira de los codos hacia delante, para tensar los músculos pectorales.

Mamografía

La *mamografía,* la exploración radiográfica de las mamas, es una de las técnicas que se utilizan para detectar el cáncer de mama (fig. C1-6B). Un carcinoma se ve en la imagen obtenida como una densidad grande e irregular. La piel que cubre el tumor está engrosada (*dos flechas superiores* en la fig. C1-6C) y el pezón está deprimido. Los cirujanos utilizan la mamografía como guía al extirpar tumores, quistes y abscesos mamarios.

Incisiones quirúrgicas en la mama

Cuando es posible, las incisiones se realizan en los cuadrantes inferiores de la mama, ya que están menos vascularizados que los superiores. La transición entre la pared del tórax y la mama es más brusca inferiormente, creando una línea, surco o pliegue cutáneo profundo *—el surco cutáneo inferior.* Las incisiones efectuadas sobre dicha línea serán las menos visibles, y realmente pueden quedar ocultas por la mama. Cuando es necesario efectuar incisiones cerca de la areola o en la propia mama, éstas se dirigen radialmente hacia cualquiera de los lados del pezón (en este lugar, las líneas de tensión de Langer discurren transversas) o circunferencialmente.

Actualmente, la **mastectomía** (escisión de una mama) no es tan frecuente para el tratamiento del cáncer de mama como lo fue en el pasado. En la *mastectomía simple* se extirpa la mama hasta el espacio retromamario. La *mastectomía radical,* un procedimiento quirúrgico más extenso, implica la extirpación de la mama, músculos pectorales, grasa, fascia y tantos nódulos linfáticos como sea posible en la región axilar y pectoral. En la práctica habitual, a menudo sólo se extirpa el tumor y los tejidos circundantes *—mastectomía parcial* o *cuadrantectomía* (*cirugía conservadora de la mama* mediante una amplia escisión local)— seguido de radioterapia (Goroll, 2005).

Polimastia, politelia y amastia

Pueden desarrollarse mamas supernumerarias (**polimastia**) o pezones supernumerarios (**politelia**) superior o inferiormente a las mamas normales; ocasionalmente aparecen en la fosa axilar o en la pared anterior del abdomen (figs. 1-29 y C1-7). En general, las mamas supernumerarias consisten únicamente en un pezón y areola rudimentarios, que pueden confundirse con un lunar (nevus) hasta que cambian de pigmentación junto a los pezones nor-

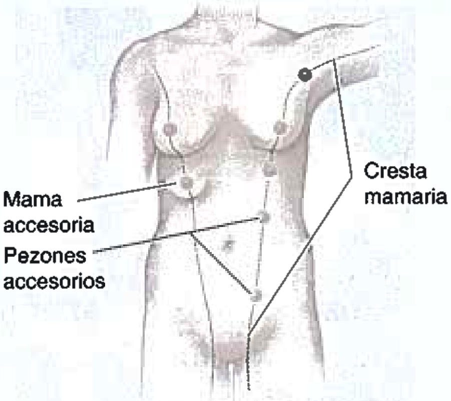


FIGURA C1-7. Polimastia y politelia.

males durante el embarazo. Sin embargo, puede que exista también tejido glandular, que aumentará su desarrollo con la lactancia. Una mama supernumeraria puede aparecer en cualquier parte de la línea que se extiende desde la axila hasta la ingle, donde se localiza la *cresta mamaria embrionaria* (línea de la leche) y a partir de la cual se desarrollan las mamas en los mamíferos que tienen múltiples mamas. En ambos sexos puede faltar el desarrollo mamario (*amastia*) o puede haber un pezón y/o una areola sin tejido glandular.

Cáncer de mama en el varón

Aproximadamente el 1,5 % de los cánceres de mama afectan a varones. Al igual que en las mujeres, esta neoplasia suele metastatizar en los nódulos linfáticos axilares, pero también en el hueso, la pleura, el pulmón, el hígado y la piel. En Estados Unidos, aproximadamente 1000 varones sufren un cáncer de mama cada año (Swartz, 2005). La presencia de una masa subareolar visible y/o palpable, o la secreción por un pezón, pueden indicar un *tumor maligno*. El cáncer de mama en los varones tiende a infiltrar la fascia pectoral, el pectoral mayor y los nódulos linfáticos apicales de la axila. Aunque el cáncer de mama es poco frecuente en el varón, las consecuencias son graves, ya que normalmente el tumor no se detecta hasta que se han producido metástasis extensas (p. ej., óseas).

Ginecomastia

El aumento ligero y pasajero de tamaño de las mamas es algo normal (frecuencia ≈ 70 %) en los varones durante la pubertad (entre los 10 y 12 años de edad). La hipertrofia de las mamas después de la pubertad (**ginecomastia**) es relativamente rara (< 1 %) y puede estar relacionada con la edad o con el consumo de fármacos (p. ej., tras el tratamiento de un cáncer de próstata con dietilestilbestrol). La ginecomastia también puede deberse a un desequilibrio entre los estrógenos y los andrógenos o a un cambio en el metabolismo hepático de las hormonas sexuales. Por tanto, el hallazgo de una ginecomastia debe considerarse un síntoma, y debe iniciarse una evaluación para descartar posibles causas importantes, como cánceres suprarrenales o testiculares (Goroll, 2005). Aproximadamente el 40 % de los varones pospuberales con síndrome de Klinefelter (trisomía XXY) presenta ginecomastia (Moore y Persaud, 2008).

Puntos fundamentales

MAMAS Y ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LA PARED TORÁCICA

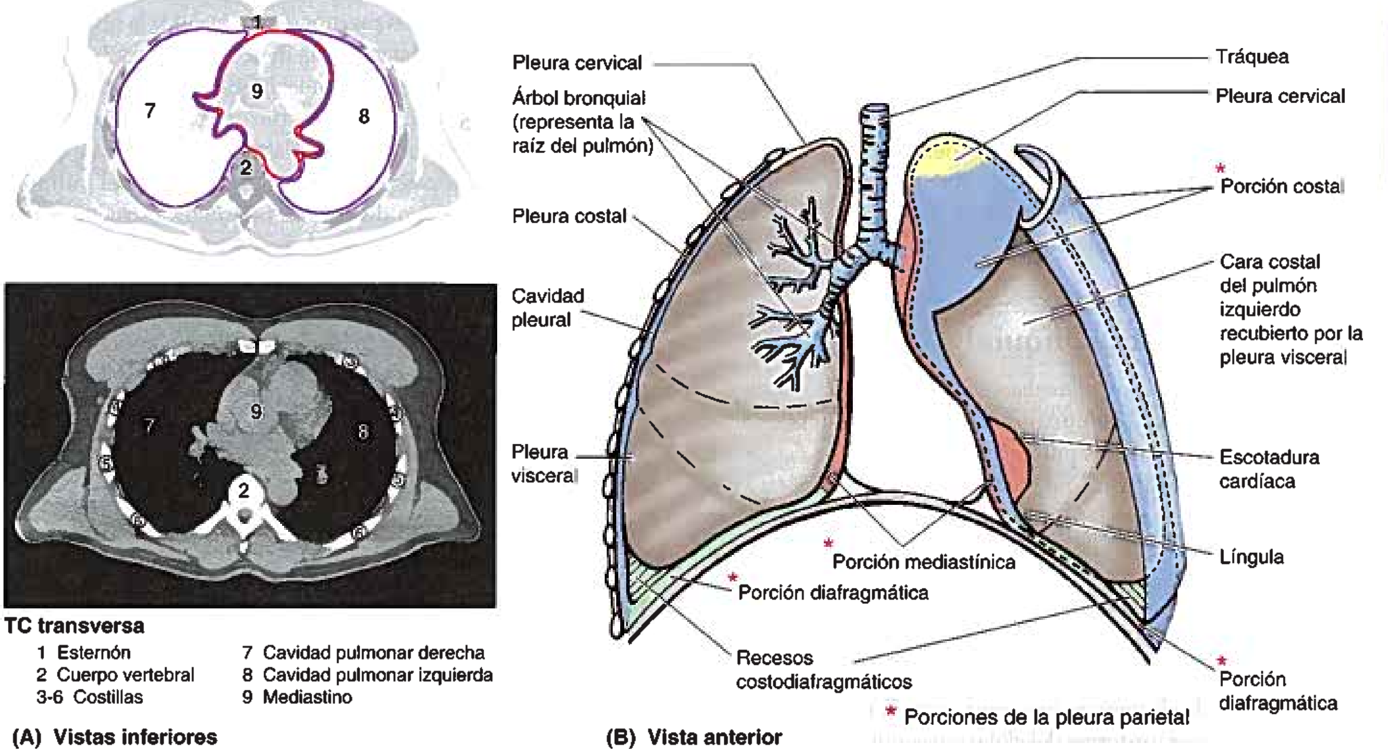
Mamas. Las glándulas mamarias están en el tejido subcutáneo de la mama, sobre los músculos pectoral mayor y serrato anterior y la fascia profunda asociada (lecho de la mama). ♦ Los lóbulos del tejido glandular convergen hacia el pezón, cada uno con su propio conducto galactóforo, que se abre en el pezón. ♦ El cuadrante lateral superior de la mama es el que posee más tejido glandular, en buena medida debido a una extensión hacia o en la axila (proceso axilar), y por lo tanto es la localización de la mayoría de los tumores. ♦ La mama está abastecida por los vasos torácicos internos y laterales, y por los vasos y nervios intercostales 2.°-6.°. La mayor parte de la linfa de la mama drena en los nódulos linfáticos axilares; este hecho tiene relevancia en el tratamiento del cáncer de mama. ♦ Debido a que las glándulas mamarias y los nódulos linfáticos axilares son superficiales, la posibilidad de palpar tumores primarios o metastásicos durante la exploración mamaria sistemática permite su detección y tratamiento precoces.

Anatomía de superficie de la pared torácica. La pared torácica está especialmente bien provista de características visibles y/o palpables de gran utilidad en su exploración y en la de las vísceras subyacentes. ♦ Las costillas y los espacios intercostales, contando a partir de la 2.ª costilla al nivel del ángulo del esternón, proporcionan la latitud. ♦ La clavícula, los pezones, los pliegues de la axila, las escápulas y la columna vertebral proporcionan la longitud. ♦ Las mamas son características importantes y, en los varones, los pezones marcan el 4.° espacio intercostal.

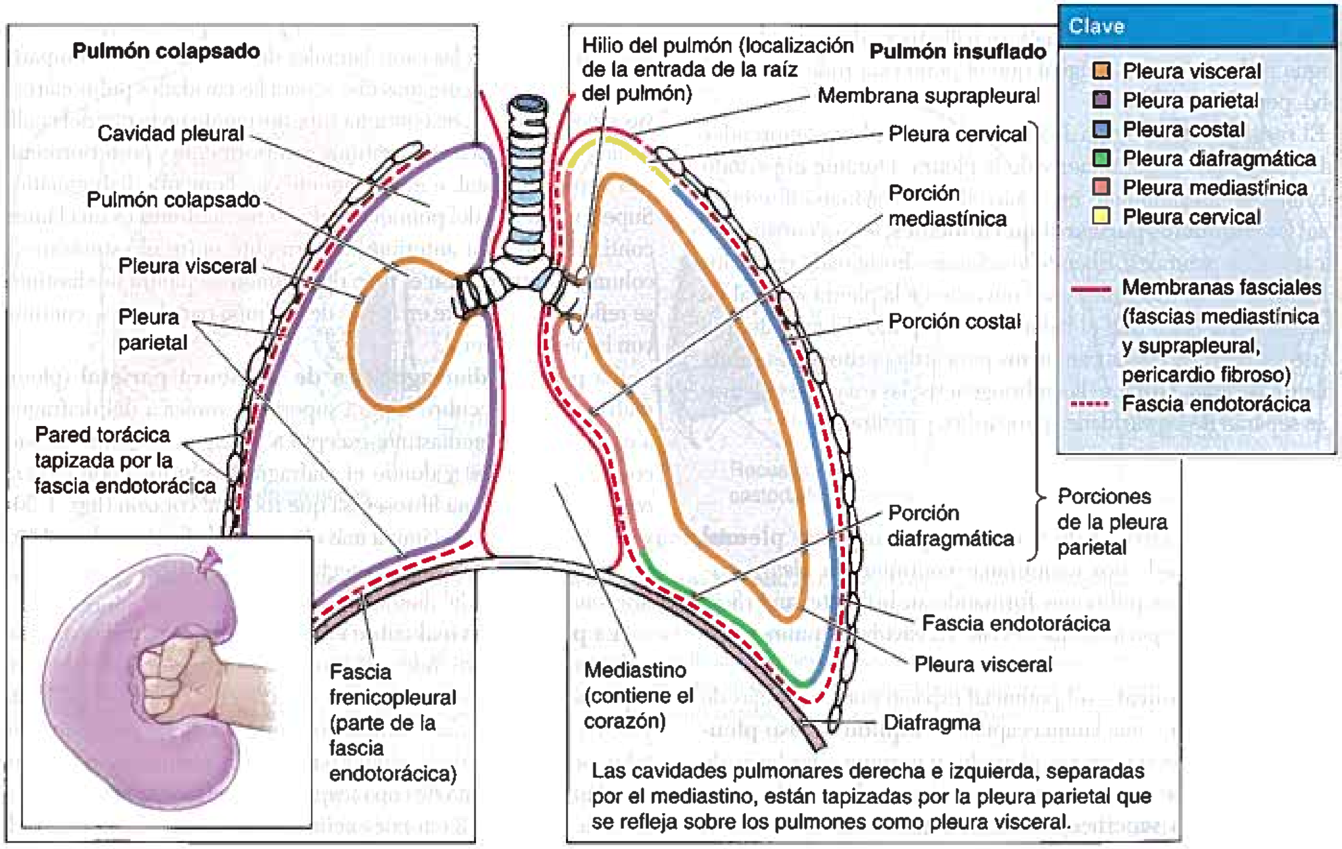
VÍSCERAS DE LA CAVIDAD TORÁCICA

En una sección transversal se aprecia que la *cavidad torácica* tiene forma de riñón: un espacio transversalmente oval profundamente hendido posteriormente por la columna vertebral torácica y las cabezas y los cuellos de las costillas que se articulan con ella (fig. 1-30A). La cavidad torácica está dividida en tres compartimientos (figs. 1-30A y C):

- Las *cavidades pulmonares* derecha e izquierda, compartimientos bilaterales, que contienen los pulmones y las *pleuras* (membranas de revestimiento), y ocupan la mayor parte de la cavidad torácica.


1
9
7
8
2
9
7
8
2
TC transversa
1 Esternón
2 Cuerpo vertebral
3-6 Costillas
7 Cavidad pulmonar derecha
8 Cavidad pulmonar izquierda
9 Mediastino
Pleura cervical
Árbol bronquial (representa la raíz del pulmón)
Pleura costal
Cavidad pleural
Pleura visceral
Tráquea
Pleura cervical
* Porción costal
Cara costal del pulmón izquierdo recubierto por la pleura visceral
Escotadura cardíaca
Língula
* Porción mediastínica
* Porción diafragmática
Recesos costodiafragmáticos
* Porción diafragmática
* Porciones de la pleura parietal

(A) Vistas inferiores **(B) Vista anterior**


Pulmón colapsado
Cavidad pleural
Pulmón colapsado
Pleura visceral
Pleura parietal
Pared torácica tapizada por la fascia endotorácica
Fascia frenicopleural (parte de la fascia endotorácica)
Hilio del pulmón (localización de la entrada de la raíz del pulmón)
Pulmón insuflado
Membrana suprapleural
Pleura cervical
Porción mediastínica
Porción costal
Porción diafragmática
Porciones de la pleura parietal
Fascia endotorácica
Pleura visceral
Mediastino (contiene el corazón)
Diafragma
Clave
🟧 Pleura visceral
🟪 Pleura parietal
🟦 Pleura costal
🟩 Pleura diafragmática
🟥 Pleura mediastínica
🟨 Pleura cervical
Membranas fasciales (fascias mediastínica y suprapleural, pericardio fibroso)
Fascia endotorácica

Las cavidades pulmonares derecha e izquierda, separadas por el mediastino, están tapizadas por la pleura parietal que se refleja sobre los pulmones como pleura visceral.

(C) Vista anterior

FIGURA 1-30. Divisiones de la cavidad torácica y revestimiento de las cavidades pulmonares. A. La tomografía computarizada (TC) y el diagrama interpretativo de arriba corresponden a vistas de un corte transversal de la cavidad torácica que muestran su forma arriñonada, debido a la protrusión de los cuerpos vertebrales, y su división en tres compartimientos. Los diagramas en tres dimensiones **(B)** y del corte transversal **(C)** muestran los revestimientos de las cavidades pleurales y los pulmones (pleuras). Cada pulmón está envuelto por la hoja interna de un saco cerrado que ha sido invaginado por el pulmón. *Recuadro:* un puño que invagina un globo ligeramente desinflado muestra la relación del pulmón (representado por el puño) con las paredes del saco pleural (hojas parietal y visceral de la pleura).

- Un compartimiento central, el *mediastino*, que se interpone entre las dos cavidades pulmonares separándolas y contiene el resto de las estructuras torácicas —el corazón, las porciones torácicas de los grandes vasos, la porción torácica de la tráquea, el esófago, el timo y otras estructuras (p. ej., nódulos linfáticos). Se extiende verticalmente desde la abertura torácica superior hasta el diafragma y anteroposteriormente desde el esternón hasta los cuerpos de las vértebras torácicas.

Pleuras, pulmones y árbol traqueobronquial

Cada **cavidad pulmonar** (derecha e izquierda) está revestida por una membrana pleural (**pleura**) que también se refleja y cubre la superficie externa de los pulmones que ocupan las cavidades (fig. 1-30B y C). Para visualizar la relación entre las pleuras y los pulmones, basta con apretar con el puño un globo poco hinchado (fig. 1-30C). La parte interior de la pared del globo (adyacente al puño, que representa el pulmón) es comparable a la *pleura visceral;* la pared externa restante del globo representa la *pleura parietal.* La cavidad entre las dos capas del globo, aquí llena de aire, es análoga a la cavidad pleural, pero ésta contiene únicamente una fina película de líquido. En la muñeca (que representa la raíz del pulmón), las paredes internas y externas del globo son continuas, como lo son las hojas visceral y parietal de la pleura, que juntas forman el saco pleural. Adviértase que el pulmón se halla fuera del saco pleural, aunque rodeado por el, al igual que el puño está rodeado por el globo, pero fuera de él.

El *recuadro* de la figura 1-30C también ayuda a comprender el desarrollo de los pulmones y de la pleura. Durante el período embrionario, los pulmones en desarrollo se invaginan en (crecen hacia) los **conductos pericardioperitoneales,** los precursores de las cavidades pleurales. El *epitelio celómico* invaginado cubre los primordios de los pulmones y se convierte en la pleura visceral de la misma manera en que el balón cubre el puño. El epitelio que reviste las paredes de los conductos pericardioperitoneales forma la pleura parietal. Durante la embriogénesis, las cavidades pleurales se separan de las cavidades pericárdica y peritoneal.

PLEURAS

Cada pulmón está revestido y rodeado por un **saco pleural** seroso que consta de dos membranas continuas: la *pleura visceral*, que cubre los pulmones formando su brillante superficie externa, y la *pleura parietal* que reviste las cavidades pulmonares (fig. 1-30B y C).

La **cavidad pleural** —el potencial espacio entre las hojas de la pleura— contiene una lámina capilar de **líquido seroso pleural,** que lubrica las superficies pleurales y permite a las hojas de la pleura deslizarse suavemente una sobre otra durante la respiración. La tensión superficial del líquido pleural proporciona la cohesión que mantiene la superficie del pulmón en contacto con la pared torácica; por consiguiente, el pulmón se expande y se llena de aire cuando se expande el tórax y mientras sigue siendo posible el deslizamiento, de modo similar a una capa de agua entre dos placas de vidrio.

La **pleura visceral** (pleura pulmonar) cubre íntimamente al pulmón y se adhiere a todas sus superficies, incluida la situada dentro de las fisuras horizontal y oblicua (figs. 1-30B y C, y 1-31A). En el cadáver, la pleura visceral no puede disecarse de la superficie del pulmón. Dota al pulmón de una superficie lisa resbaladiza, permitiéndole moverse libremente sobre la pleura parietal. La pleura visceral se continúa con la pleura parietal en el **hilio del pulmón,** por donde entran y salen de éste las diferentes estructuras que forman la *raíz del pulmón* (p. ej., bronquios y vasos pulmonares) (fig. 1-30C).

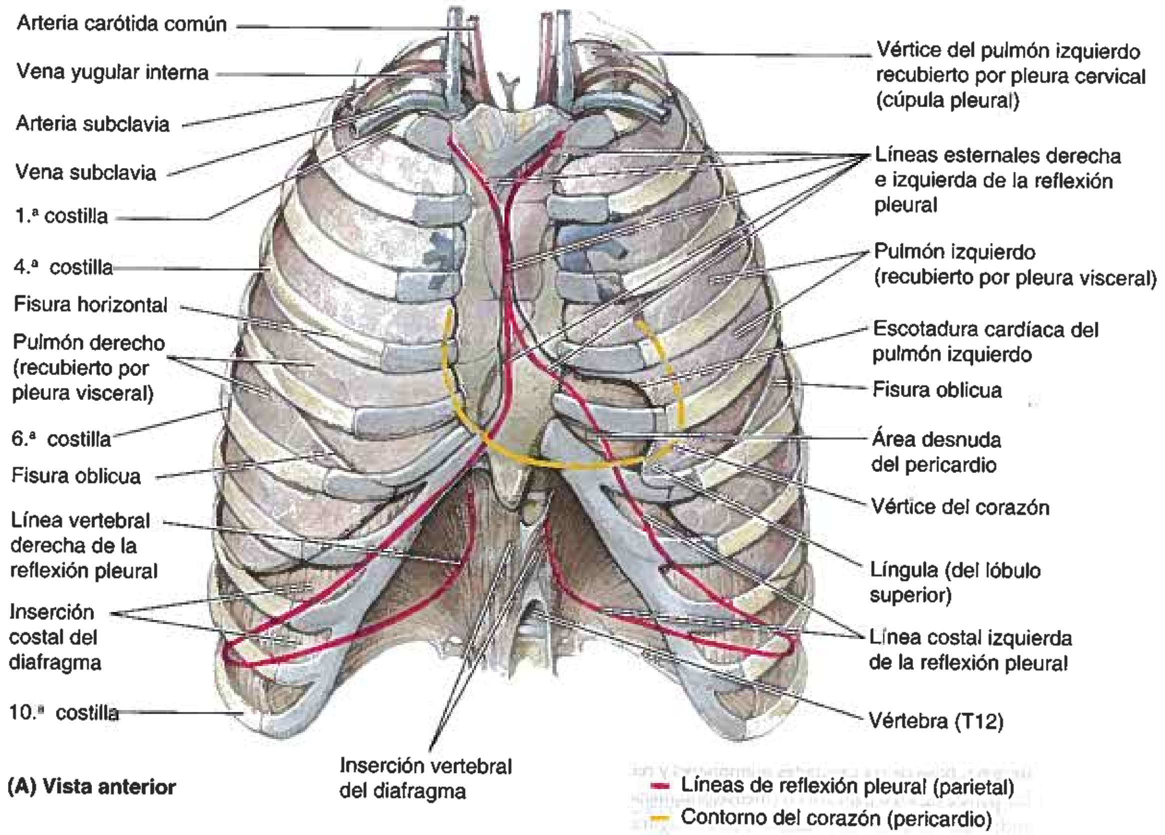
La **pleura parietal** reviste las cavidades pulmonares, adhiriéndose de ese modo a la pared torácica, el mediastino y el diafragma. Es más gruesa que la pleura visceral, y en las disecciones quirúrgicas y del cadáver puede separarse de las superficies que cubre. La pleura parietal consta de tres *porciones —costal, mediastínica* y *diafragmática—* y de la *pleura cervical.*

La **porción costal de la pleura parietal** (pleura costal o costovertebral) recubre las superficies internas de la pared torácica (figuras 1-30B y C, y 1-32). Está separada de la cara interna de la pared torácica (esternón, costillas, cartílagos costales, músculos y membranas intercostales, y los lados de las vértebras torácicas) por la *fascia endotorácica.* Esta fina membrana extrapleural de tejido conectivo laxo forma un plano de separación natural para la separación quirúrgica de la pleura costal de la pared torácica (v. el cuadro azul «Abordaje quirúrgico intratorácico extrapleural», p. 96).

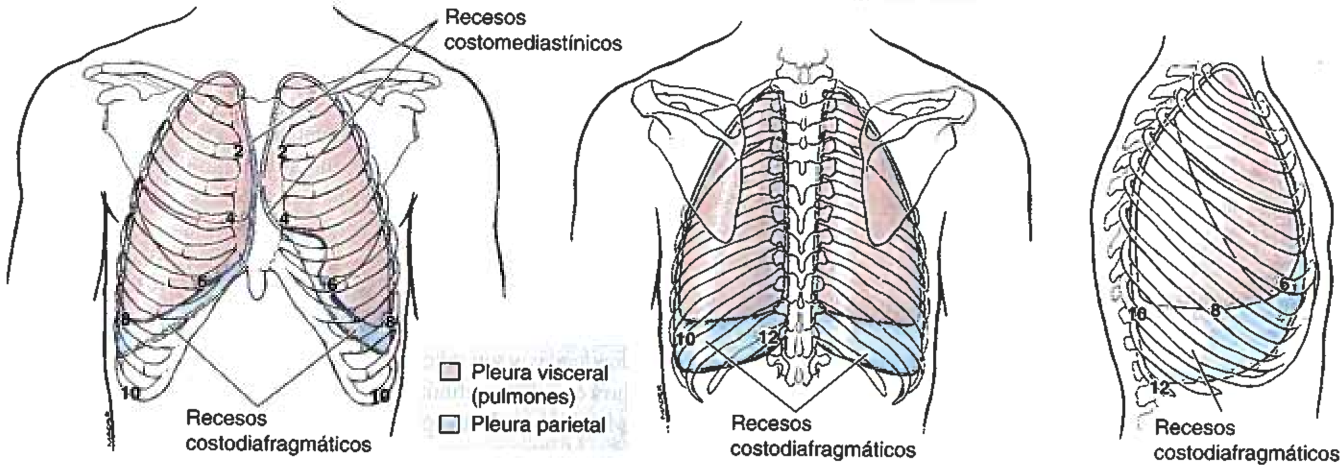
La **porción mediastínica de la pleura parietal** (pleura mediastínica) recubre las caras laterales del mediastino, el compartimiento de tejidos y órganos que separa las cavidades pulmonares y sus sacos pleurales. Se continúa superiormente en la raíz del cuello como pleura cervical. Se continúa anteriormente y posteriormente con la pleura costal, e inferiormente con la pleura diafragmática. Superior a la raíz del pulmón, la pleura mediastínica es una lámina continua que pasa anterioposteriormente entre el esternón y la columna vertebral. En el hilio del pulmón, la pleura mediastínica se refleja lateralmente en la raíz del pulmón para hacerse continua con la pleura visceral.

La **porción diafragmática de la pleura parietal** (pleura diafragmática) recubre la cara superior o torácica del diafragma a cada lado del mediastino, excepto a lo largo de sus inserciones costales (orígenes) y donde el diafragma se fusiona con el *pericardio,* la membrana fibroserosa que rodea al corazón (figs. 1-30B y C, y 1-32). Una fina lámina más elástica de la fascia endotorácica, la **fascia frenicopleural,** conecta la pleura diafragmática con las fibras musculares del diafragma (fig. 1-30C).

La **pleura cervical** cubre el vértice del pulmón (la parte del pulmón que se extiende superiormente a través de la abertura superior del tórax hacia el interior de la raíz del cuello —figs. 1-30B y C, y 1-31A). Es una continuación superior de las porciones costal y mediastínica de la pleura parietal. La pleura cervical forma una cúpula en forma de copa (*cúpula pleural*) sobre el vértice que alcanza su cima 2-3 cm por encima del nivel del tercio medio de la clavícula y al nivel del cuello de la 1.ª costilla. La pleura cervical está reforzada por una extensión fibrosa de la fascia endotorácica, la **membrana suprapleural** (fascia de Sibson). La membrana se inserta en el borde interno de la 1.ª costilla y en la apófisis transversa de la vértebra C7 (fig. 1-30C).


Arteria carótida común
Vena yugular interna
Arteria subclavia
Vena subclavia
1.ª costilla
4.ª costilla
Fisura horizontal
Pulmón derecho (recubierto por pleura visceral)
6.ª costilla
Fisura oblicua
Línea vertebral derecha de la reflexión pleural
Inserción costal del diafragma
10.ª costilla
Inserción vertebral del diafragma
Vértice del pulmón izquierdo recubierto por pleura cervical (cúpula pleural)
Líneas esternales derecha e izquierda de la reflexión pleural
Pulmón izquierdo (recubierto por pleura visceral)
Escotadura cardíaca del pulmón izquierdo
Fisura oblicua
Área desnuda del pericardio
Vértice del corazón
Língula (del lóbulo superior)
Línea costal izquierda de la reflexión pleural
Vértebra (T12)
Líneas de reflexión pleural (parietal)
Contorno del corazón (pericardio)

(A) Vista anterior


Recesos costomediastínicos
2
2
4
4
6
6
8
8
10
10
Recesos costodiafragmáticos
☐ Pleura visceral (pulmones)
☐ Pleura parietal
10
12
Recesos costodiafragmáticos
6
8
10
12
Recesos costodiafragmáticos

(B) Vista anterior (C) Vista posterior (D) Vista lateral

FIGURA 1-31. Relación entre el contenido torácico y los revestimientos de la caja torácica. A. Los ápices de los pulmones y la pleura cervical se extienden dentro del cuello. La reflexión esternal izquierda de la pleura parietal y el borde anterior del pulmón izquierdo se desvían del plano medio, sorteando el área del corazón, situándose adyacentes a la pared torácica anterior. En esta «área desnuda» el saco pericárdico es accesible con una aguja de punción, con un riesgo pequeño de pinchar la cavidad pleural o el pulmón. **B** a **D.** Se muestran las formas de los pulmones y los sacos pleurales más grandes que los rodean durante la respiración no forzada. Los recesos costodiafragmáticos, no ocupados por los pulmones, es donde se acumula el exudado pleural cuando el cuerpo está en posición erecta. El contorno de la fisura horizontal del pulmón derecho es claramente paralelo a la 4.ª costilla. Las costillas se identifican por sus números.

Las líneas relativamente abruptas a lo largo de las cuales la pleura parietal cambia de dirección (se refleja) desde una a otra pared de la cavidad pleural son las *líneas de reflexión pleural* (figs. 1-31 y 1-32). Tres líneas de reflexión pleural delimitan la extensión de las cavidades pulmonares de cada lado: las líneas *esternal, costal* y *diafragmática*. Los contornos de las cavidades pulmonares derecha e izquierda son asimétricos (es decir, no son imágenes especulares el uno del otro) debido a que el corazón está girado y se extiende hacia el lado izquierdo, dejando una impronta mayor en la cavidad izquierda que en la derecha.

La desviación del corazón hacia el lado izquierdo afecta fundamentalmente a las **líneas de reflexión pleural esternales derecha** e **izquierda,** que son asimétricas. Las líneas esternales son agudas o abruptas y aparecen donde la pleura costal se continúa

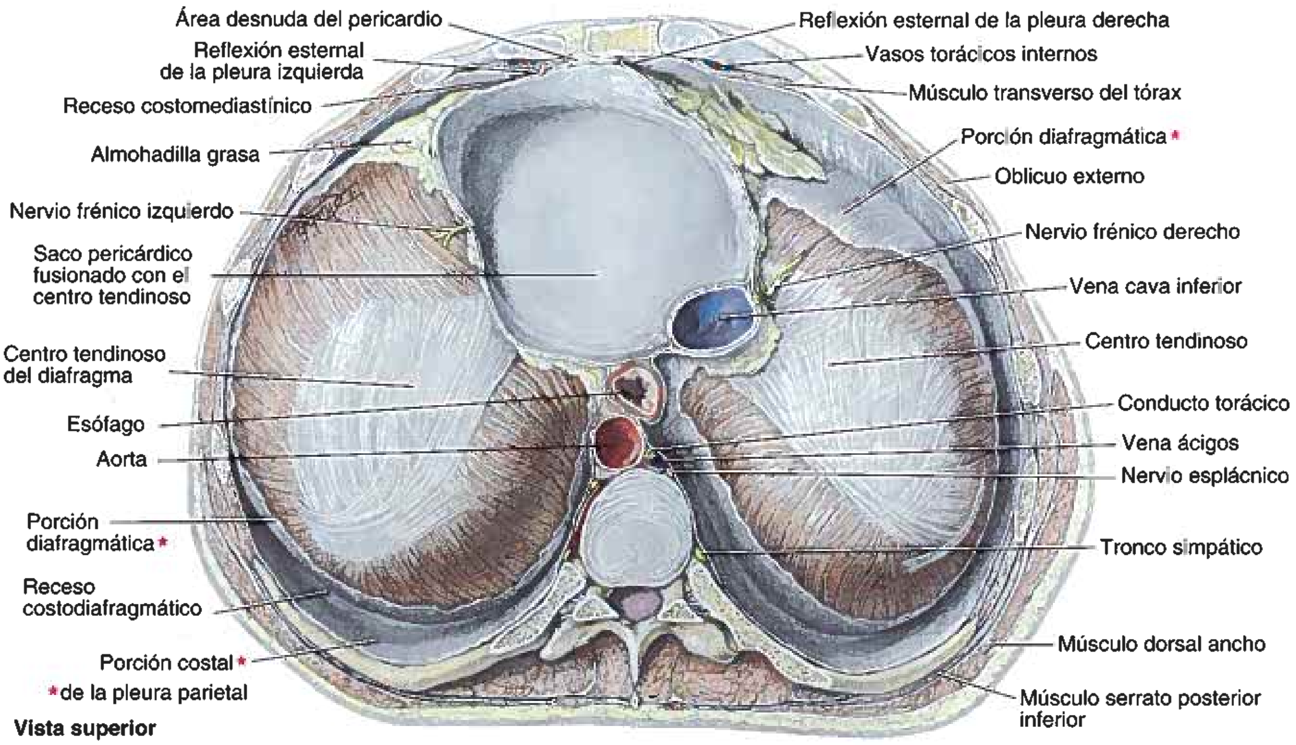

Área desnuda del pericardio
Reflexión esternal de la pleura izquierda
Receso costomediastínico
Almohadilla grasa
Nervio frénico izquierdo
Saco pericárdico fusionado con el centro tendinoso
Centro tendinoso del diafragma
Esófago
Aorta
Porción diafragmática*
Receso costodiafragmático
Porción costal*
*de la pleura parietal
Vista superior
Reflexión esternal de la pleura derecha
Vasos torácicos internos
Músculo transverso del tórax
Porción diafragmática*
Oblicuo externo
Nervio frénico derecho
Vena cava inferior
Centro tendinoso
Conducto torácico
Vena ácigos
Nervio esplácnico
Tronco simpático
Músculo dorsal ancho
Músculo serrato posterior inferior

FIGURA 1-32. Diafragma, base de las cavidades pulmonares y recesos costodiafragmáticos. La mayor parte de la pleura diafragmática ha sido eliminada. A este nivel, el mediastino consta de saco pericárdico (mediastino medio) y mediastino posterior, que contiene principalmente el esófago y la aorta. El profundo surco alrededor de la convexidad del diafragma es el receso costodiafragmático, revestido por la pleura parietal. Anteriormente a este nivel, entre el corazón y la pared torácica se sitúan el pericardio y el receso costomediastínico, y entre las reflexiones esternales de la pleura un área ocupada sólo por pericardio (área desnuda).

anteriormente con la pleura mediastínica. Empezando superiormente desde las cúpulas (fig. 1-31A), las líneas de reflexión esternales derecha e izquierda discurren inferomedialmente, pasando posteriores a las articulaciones esternoclaviculares para encontrarse en la línea media anterior, posterior al esternón al nivel de su ángulo. Entre los niveles de los cartílagos costales 2.°-4.°, las líneas derecha e izquierda descienden en contacto. Los sacos pleurales incluso pueden solaparse uno con otro.

La *línea de reflexión pleural esternal del lado derecho* continúa inferiormente en la línea media anterior hacia la cara posterior de la apófisis xifoides (al nivel del 6.° cartílago costal), donde gira lateralmente (fig. 1-31). La *línea de reflexión esternal en el lado izquierdo*, sin embargo, desciende en la línea media anterior sólo hasta el nivel del 4.° cartílago costal. Aquí pasa hacia el borde izquierdo del esternón y continúa inferiormente hasta el 6.° cartílago costal, creando una escotadura poco profunda a medida que discurre lateral hacia un área de contacto directo entre el pericardio (saco del corazón) y la pared torácica anterior. Esta escotadura poco profunda en el saco pleural y el «área desnuda» de contacto del pericardio con la pared anterior es importante para la *pericardiocentesis* (v. el cuadro azul «Pericardiocentesis», p. 134).

Las **líneas de reflexión pleural costal** son continuaciones agudas de las líneas esternales y se encuentran donde la pleura costal se continúa con la pleura diafragmática inferiormente. La línea costal derecha avanza lateralmente desde la línea media anterior. Sin embargo, y debido a la existencia del área desnuda del pericardio en el lado izquierdo, la línea costal izquierda comienza en la línea medioclavicular; por lo demás, las líneas costales derecha e izquierda son simétricas y avanzan lateralmente, posteriormente, y después medialmente, pasando oblicuamente a través de la 8.° costilla en la línea medioclavicular y la 10.ª costilla en la línea axilar media, haciéndose continuas posteriormente con las líneas vertebrales en los cuellos de las costillas 12.ª inferior a ellas.

Las **líneas de reflexión pleural vertebrales** son mucho más redondeadas, y son reflexiones graduales que se encuentran donde la pleura costal se continúa con la pleura mediastínica posteriormente. Las líneas de reflexión pleural vertebrales son paralelas a la columna vertebral y discurren en los planos paravertebrales desde el nivel de T1 hasta T12, donde continúan con las líneas costales.

Durante la espiración, los pulmones no ocupan por completo las cavidades pleurales; de este modo, la pleura diafragmática periférica está en contacto con las porciones más inferiores de la pleura costal. Los espacios pleurales potenciales en esa zona se denominan **recesos costodiafragmáticos,** unos «surcos» revestidos de pleura que rodean la convexidad superior del diafragma dentro de la pared torácica (figs. 1-30B y 1-32). Unos recesos pleurales similares, pero de menor tamaño, se localizan posteriores al esternón, donde la pleura costal está en contacto con la pleura mediastínica. Los espacios potenciales de esa zona se denominan **recesos costomediastínicos.** El receso izquierdo es mayor (menos ocupado) debido a que la *escotadura cardíaca* del pulmón izquierdo es más pronunciada que la escotadura correspondiente en el saco pleural. Durante la inspiración profunda, los bordes inferiores de los pulmones se desplazan a mayor distancia en el interior de los recesos pleurales, y se retiran de ellos durante la espiración.

PULMONES

Los **pulmones** son los órganos vitales de la respiración. Su función principal es oxigenar la sangre poniendo el aire inspirado en estrecha relación con la sangre venosa de los capilares pulmonares. Aunque los pulmones de un cadáver pueden estar contraídos, firmes al tacto y descoloridos, los pulmones sanos de un individuo vivo normalmente son ligeros, blandos y esponjosos, y ocupan por completo las cavidades pulmonares. También son elásticos y se retraen alrededor de un tercio de su tamaño cuando se abre la cavidad torácica (fig. 1-30C). Los pulmones están separados uno de otro por el mediastino. Cada pulmón tiene (figs. 1-33 y 1-34):

- Un **vértice,** el extremo superior romo del pulmón que asciende por encima del nivel de la 1.ª costilla hacia el interior de la raíz del cuello, que está cubierto por pleura cervical.
- Una **base,** la superficie inferior cóncava del pulmón, opuesta al vértice, que descansa y se acomoda sobre la cúpula homolateral del diafragma.

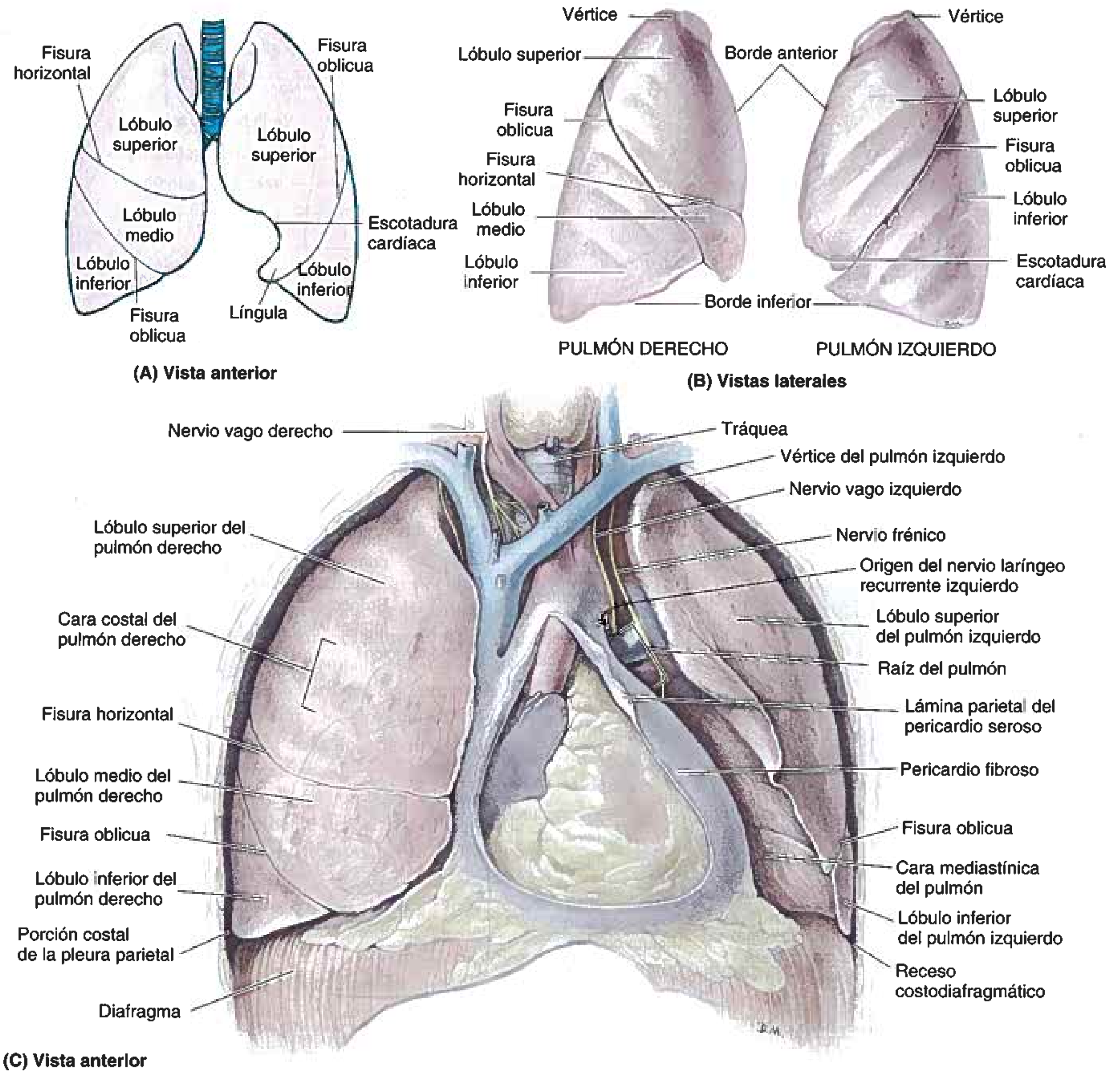

Fisura horizontal
Lóbulo superior
Lóbulo medio
Lóbulo inferior
Fisura oblicua
Lóbulo superior
Fisura oblicua
Escotadura cardíaca
Lóbulo inferior
Língula
(A) Vista anterior
Vértice
Lóbulo superior
Fisura oblicua
Fisura horizontal
Lóbulo medio
Lóbulo inferior
Borde anterior
Borde inferior
Vértice
Lóbulo superior
Fisura oblicua
Lóbulo inferior
Escotadura cardíaca
PULMÓN DERECHO
PULMÓN IZQUIERDO
(B) Vistas laterales
Nervio vago derecho
Lóbulo superior del pulmón derecho
Cara costal del pulmón derecho
Fisura horizontal
Lóbulo medio del pulmón derecho
Fisura oblicua
Lóbulo inferior del pulmón derecho
Porción costal de la pleura parietal
Diafragma
Tráquea
Vértice del pulmón izquierdo
Nervio vago izquierdo
Nervio frénico
Origen del nervio laríngeo recurrente izquierdo
Lóbulo superior del pulmón izquierdo
Raíz del pulmón
Lámina parietal del pericardio seroso
Pericardio fibroso
Fisura oblicua
Cara mediastínica del pulmón
Lóbulo inferior del pulmón izquierdo
Receso costodiafragmático
(C) Vista anterior

FIGURA 1-33. Caras costales de los pulmones. Se muestran los pulmones aislados en vistas anterior **(A)** y laterales **(B),** en las cuales pueden verse los lóbulos y fisuras. **C.** El corazón y los pulmones se muestran *in situ*. El pulmón izquierdo está retraído para ver el corazón (recubierto por el pericardio fibroso), revelando el nervio frénico al pasar anteriormente a la raíz del pulmón, mientras que el nervio vago (NC X) pasa posteriormente a dicha raíz. Los lóbulos superiores del pulmón izquierdo en **B** y **C** son variaciones que no tienen marcadas la escotadura cardíaca ni la língula.

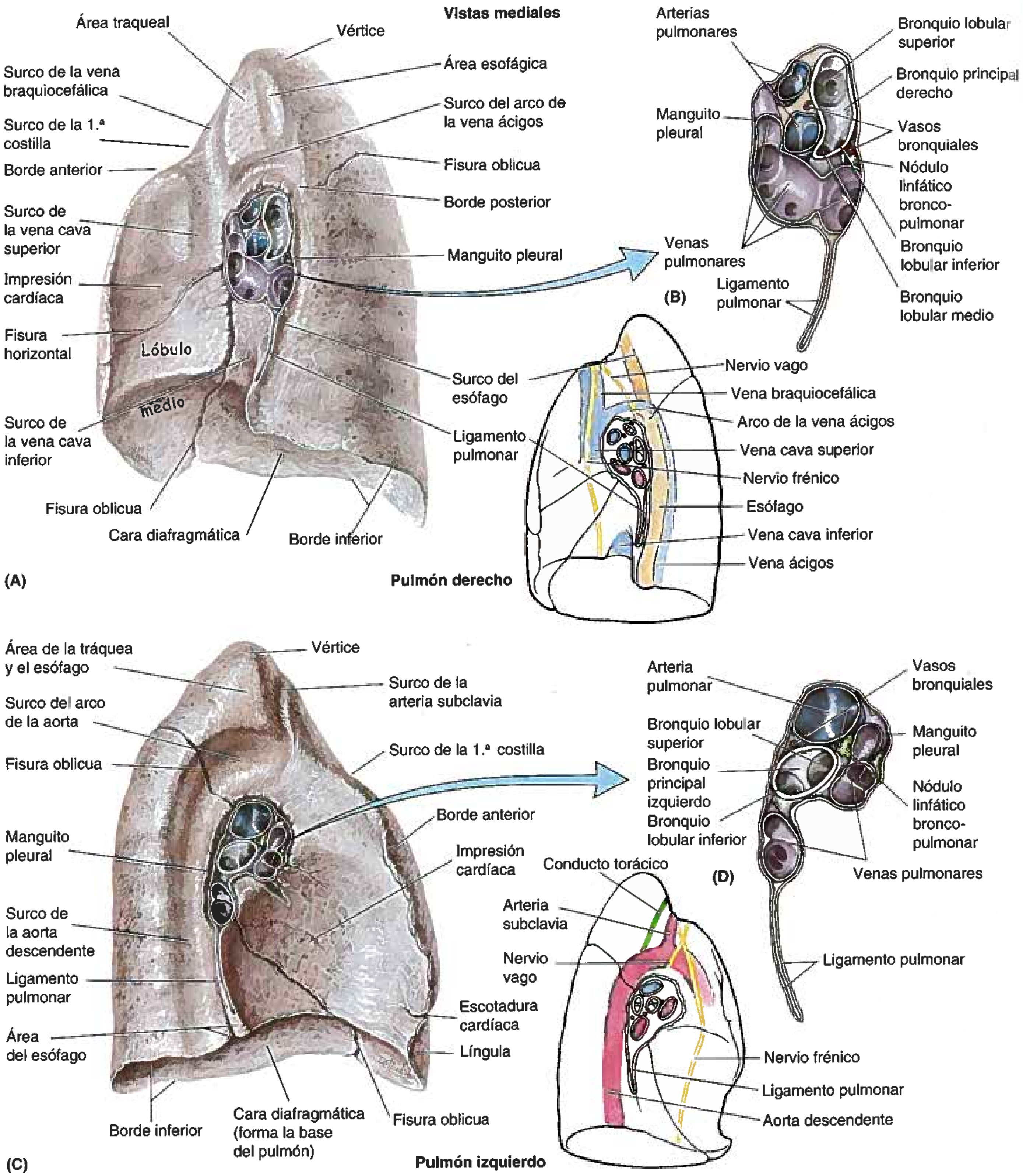

Vistas mediales
Área traqueal
Vértice
Surco de la vena braquiocefálica
Área esofágica
Surco de la 1.ª costilla
Surco del arco de la vena ácigos
Borde anterior
Fisura oblicua
Borde posterior
Surco de la vena cava superior
Manguito pleural
Impresión cardíaca
Fisura horizontal
Lóbulo medio
Surco del esófago
Surco de la vena cava inferior
Ligamento pulmonar
Fisura oblicua
Cara diafragmática
Borde inferior
(A)
Pulmón derecho
Arterias pulmonares
Bronquio lobular superior
Bronquio principal derecho
Manguito pleural
Vasos bronquiales
Nódulo linfático bronco-pulmonar
Venas pulmonares
Bronquio lobular inferior
(B)
Ligamento pulmonar
Bronquio lobular medio
Nervio vago
Vena braquiocefálica
Arco de la vena ácigos
Vena cava superior
Nervio frénico
Esófago
Vena cava inferior
Vena ácigos
Área de la tráquea y el esófago
Vértice
Surco de la arteria subclavia
Surco del arco de la aorta
Surco de la 1.ª costilla
Fisura oblicua
Borde anterior
Manguito pleural
Impresión cardíaca
Surco de la aorta descendente
Ligamento pulmonar
Escotadura cardíaca
Área del esófago
Língula
Borde inferior
Cara diafragmática (forma la base del pulmón)
Fisura oblicua
(C)
Pulmón izquierdo
Arteria pulmonar
Vasos bronquiales
Bronquio lobular superior
Manguito pleural
Bronquio principal izquierdo
Bronquio lobular inferior
Nódulo linfático bronco-pulmonar
Conducto torácico
(D)
Venas pulmonares
Arteria subclavia
Nervio vago
Ligamento pulmonar
Nervio frénico
Ligamento pulmonar
Aorta descendente

FIGURA 1-34. **Caras mediastínicas e hilios de los pulmones.** En los pulmones embalsamados se forman impresiones por contacto con estructuras adyacentes. Superior a la raíz del pulmón derecho **(A)** se forma un surco cuando el arco de la vena ácigos pasa anteriormente para entrar en la vena cava superior; mientras que en el pulmón izquierdo **(C)** se forma un surco parecido, pero más grande, superior a la raíz, donde la aorta se arquea posteriormente y desciende como aorta torácica. El hilio de cada pulmón se centra en la cara mediastínica. En el hilio **(B, D)**, la raíz de cada pulmón está rodeada por un manguito pleural que desciende inferior a la raíz como ligamento pulmonar. Las venas pulmonares son las más anteriores e inferiores en la raíz, mientras que los bronquios se sitúan central y posteriormente.

- Dos o tres *lóbulos*, creados por una o dos *fisuras*.
- Tres *caras* (costal, mediastínica y diafragmática).
- Tres *bordes* (anterior, inferior y posterior).

El **pulmón derecho** presenta unas **fisuras oblicua derecha** y **horizontal** que lo dividen en tres **lóbulos derechos: superior, medio** e **inferior.** El pulmón derecho es más grande y pesado que el izquierdo, aunque es más corto y ancho debido a que la cúpula derecha del diafragma es más alta y el corazón y el pericardio protruyen más hacia la izquierda. El *borde anterior del pulmón derecho* es relativamente recto. El **pulmón izquierdo** tiene una única **fisura oblicua izquierda** que lo divide en dos **lóbulos izquierdos, superior** e **inferior.** El *borde anterior del pulmón izquierdo* presenta una profunda **escotadura cardíaca,** una hendidura debida a la desviación hacia el lado izquierdo del vértice del corazón. Esta escotadura deprime fundamentalmente la cara anteroinferior del lóbulo superior. A menudo, esta hendidura crea una prolongación delgada, en la porción más inferior y anterior del lóbulo izquierdo, en forma de lengua, la **língula,** que se extiende por debajo de la escotadura cardíaca y se desliza hacia dentro y hacia fuera del receso costomediastínico durante la inspiración y la espiración (figs. 1-30B, 1-31A y 1-34C).

Los pulmones de un cadáver embalsamado, normalmente firmes al tacto, muestran las impresiones formadas por las estructuras adyacentes a él, como las costillas, el corazón y los grandes vasos (figs. 1-33A y 1-34A y C). Estas marcas proporcionan indicios de las relaciones de los pulmones; sin embargo, sólo las impresiones cardíacas son evidentes durante la cirugía y en el cadáver fresco.

La **cara costal del pulmón** es grande, lisa y convexa. Está relacionada con la pleura costal, que la separa de las costillas, los cartílagos costales y los músculos intercostales íntimos. La porción posterior de la cara costal se relaciona con los cuerpos de las vértebras torácicas y en ocasiones se la denomina *porción vertebral de la cara costal*.

La **cara mediastínica del pulmón** es cóncava debido a su relación con el mediastino medio, que contiene el pericardio y el corazón (fig. 1-34). La cara mediastínica incluye el *hilio,* que recibe la raíz del pulmón. En el cadáver embalsamado se observa un *surco del esófago* y una *impresión cardíaca del corazón* en la cara mediastínica del pulmón derecho. Debido a que dos tercios del corazón se sitúan a la izquierda de la línea media, la impresión cardíaca sobre la cara mediastínica del pulmón izquierdo es mucho más grande. Esta cara del pulmón izquierdo también muestra el surco continuo y prominente del *arco de la aorta* y la *aorta descendente,* así como el surco más pequeño del esófago (fig. 1-34C).

La **cara diafragmática del pulmón,** que también es cóncava, forma la **base del pulmón,** que descansa sobre la cúpula del diafragma. La concavidad es más profunda en el pulmón derecho debido a la posición más alta de la cúpula derecha, que recubre el hígado. Lateralmente y posteriormente, la cara diafragmática está limitada por un margen agudo y fino (borde inferior) que se proyecta en el *receso costodiafragmático* de la pleura (figs. 1-33C y 1-34).

El **borde anterior del pulmón** es donde las caras costal y mediastínica se encuentran anteriormente y cubren el corazón. La escotadura cardíaca indenta este borde del pulmón izquierdo. El **borde inferior del pulmón** circunscribe la cara diafragmática del pulmón y separa esta cara de las caras costal y mediastínica. El **borde posterior del pulmón** es donde las caras costal y mediastínica se encuentran posteriormente; es amplio y redondeado y se sitúa en la cavidad formada en el lado de la región torácica de la columna vertebral.

Los pulmones se fijan al mediastino por las **raíces de los pulmones** —esto es, los bronquios (y los vasos bronquiales asociados), las arterias pulmonares, las venas pulmonares superiores e inferiores, los plexos nerviosos pulmonares (simpático, parasimpático y fibras aferentes viscerales) y vasos linfáticos (fig. 1-34). Si se secciona la raíz del pulmón antes de (medial a) la ramificación del bronquio principal (primario) y la arteria pulmonar, su disposición habitual es:

- La *arteria pulmonar* está más superior en la raíz izquierda (el bronquio lobular superior, o bronquio eparterial, puede estar más superior en la raíz derecha).
- Las *venas pulmonares superiores* e *inferiores* son las más anteriores e inferiores, respectivamente.
- El *bronquio principal* se sitúa contra y aproximadamente en el centro del límite posterior, con los vasos bronquiales discurriendo sobre su superficie externa (normalmente sobre la cara posterior en este punto).

El **hilio del pulmón** es un área en forma de cuña en la cara mediastínica de cada pulmón, por la cual las estructuras que forman la raíz del pulmón entran o salen del pulmón. El hilio («entrada») puede compararse con el área de tierra donde la raíz de una planta entra en el suelo. Medial al hilio, la raíz del pulmón se incluye dentro del área de continuidad entre las hojas parietal y visceral de la pleura —el **manguito pleural** (mesoneumo).

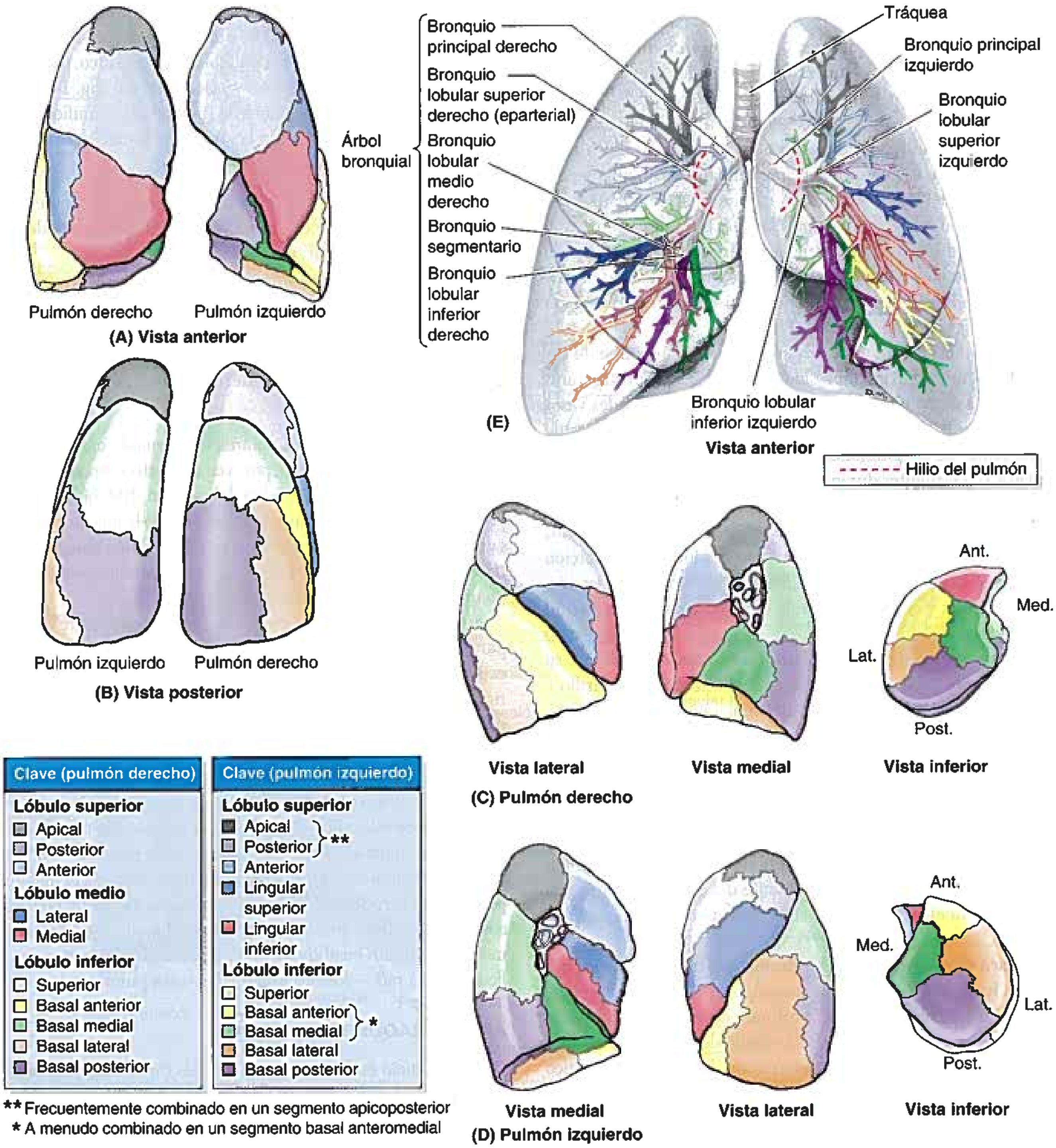
Inferior a la raíz del pulmón, esta continuidad entre la pleura parietal y la visceral forma el **ligamento pulmonar,** que se extiende entre el pulmón y el mediastino, inmediatamente anterior al esófago. El ligamento pulmonar consta de una doble capa de pleura separada por una pequeña cantidad de tejido conectivo. Cuando se corta la raíz del pulmón y éste se extirpa, el ligamento pulmonar parece colgar de la raíz. Para visualizar la raíz del pulmón, el manguito pleural que lo rodea y el ligamento pulmonar que cuelga de ella, póngase una bata de laboratorio muy grande y abduzca su miembro superior. Su antebrazo se puede comparar a la raíz del pulmón, y la manga de la bata representa el manguito pleural que la rodea. El ligamento pulmonar se puede comparar con la manga floja que cuelga de su antebrazo; y su muñeca, su mano y sus dedos en abducción representan las estructuras ramificadas de la raíz —los bronquios y los vasos pulmonares.

ÁRBOL TRAQUEOBRONQUIAL

Desde su inicio en la *laringe,* las paredes de las vías respiratorias están sostenidas por anillos de cartílago hialino en forma de herradura o de C. La vía respiratoria sublaríngea constituye el **árbol traqueobronquial.** La *tráquea* (que se describe con el *mediastino superior,* posteriormente en este capítulo) está situada dentro del mediastino superior y constituye el tronco del árbol. Se bifurca a nivel del plano transverso del tórax (o ángulo del esternón) en *bronquios principales*, uno para cada pulmón, que pasan inferolateralmente para entrar en los pulmones por los hilios (fig. 1-35E).

- El **bronquio principal derecho** es más ancho y corto, y discurre más vertical, que el bronquio principal izquierdo cuando pasa directamente hacia el hilio pulmonar.
- El **bronquio principal izquierdo** discurre inferolateralmente, inferior al arco de la aorta y anterior al esófago y la aorta torácica, para alcanzar el hilio pulmonar.

Dentro de los pulmones, las ramas bronquiales se ramifican de manera constante para formar el árbol traqueobronquial. Adviértase que las *ramas* del árbol traqueobronquial son componentes de


Pulmón derecho
Pulmón izquierdo
(A) Vista anterior
Árbol bronquial
Bronquio principal derecho
Bronquio lobular superior derecho (eparterial)
Bronquio lobular medio derecho
Bronquio segmentario
Bronquio lobular inferior derecho
Tráquea
Bronquio principal izquierdo
Bronquio lobular superior izquierdo
Bronquio lobular inferior izquierdo
(E)
Vista anterior
Hilio del pulmón
Pulmón izquierdo
Pulmón derecho
(B) Vista posterior
Vista lateral
Vista medial
Ant.
Med.
Lat.
Post.
Vista inferior
(C) Pulmón derecho
Clave (pulmón derecho)
Lóbulo superior
Apical
Posterior
Anterior
Lóbulo medio
Lateral
Medial
Lóbulo inferior
Superior
Basal anterior
Basal medial
Basal lateral
Basal posterior
Clave (pulmón izquierdo)
Lóbulo superior
Apical
Posterior
**
Anterior
Lingular superior
Lingular inferior
Lóbulo inferior
Superior
Basal anterior
Basal medial
*
Basal lateral
Basal posterior
Vista medial
Vista lateral
Ant.
Med.
Lat.
Post.
Vista inferior
(D) Pulmón izquierdo

** Frecuentemente combinado en un segmento apicoposterior
* A menudo combinado en un segmento basal anteromedial

FIGURA 1-35. Árbol traqueobronquial y segmentos broncopulmonares. **A** a **D.** Los segmentos broncopulmonares se ponen de manifiesto tras la inyección de látex de diferentes colores en cada bronquio segmentario terciario, como se muestra en **E.** El bronquio principal derecho da origen al bronquio lobular superior derecho antes de entrar en el hilio del pulmón.

la *raíz* de cada pulmón (compuesta por ramas de la arteria pulmonar y venas, así como por los bronquios).

Cada bronquio principal (primario) se divide en **bronquios lobulares** (secundarios), dos en el izquierdo y tres en el derecho, cada uno de los cuales abastece a un lóbulo del pulmón. Cada bronquio lobular se divide en varios **bronquios segmentarios** (terciarios) que abastecen los segmentos broncopulmonares (figs. 1-35 y 1-36).

Los **segmentos broncopulmonares:**

- Son las subdivisiones más grandes de un lóbulo.
- Son segmentos del pulmón de forma piramidal, con sus vértices orientados hacia la raíz del pulmón y sus bases hacia la superficie pleural.
- Están separados de los segmentos adyacentes por tabiques de tejido conectivo.
- Están abastecidos independientemente por un bronquio segmentario y una rama terciaria de la arteria pulmonar.
- Se denominan según el bronquio segmentario que los abastece.
- Drenan a través de las porciones intersegmentarias de las venas pulmonares situadas en el tejido conectivo entre segmentos adyacentes a los que drenan.
- Normalmente son de 18 a 20 (10 en el pulmón derecho; 8-10 en el pulmón izquierdo, dependiendo de la combinación de segmentos).
- Son quirúrgicamente resecables.

Más allá de los bronquios segmentarios terciarios (fig. 1-35B) hay de 20 a 25 generaciones de ramificaciones, *bronquiolos de conducción*, que finalmente dan lugar a los **bronquiolos terminales,** los bronquiolos de conducción más pequeños (fig. 1-36). Los **bronquio-**

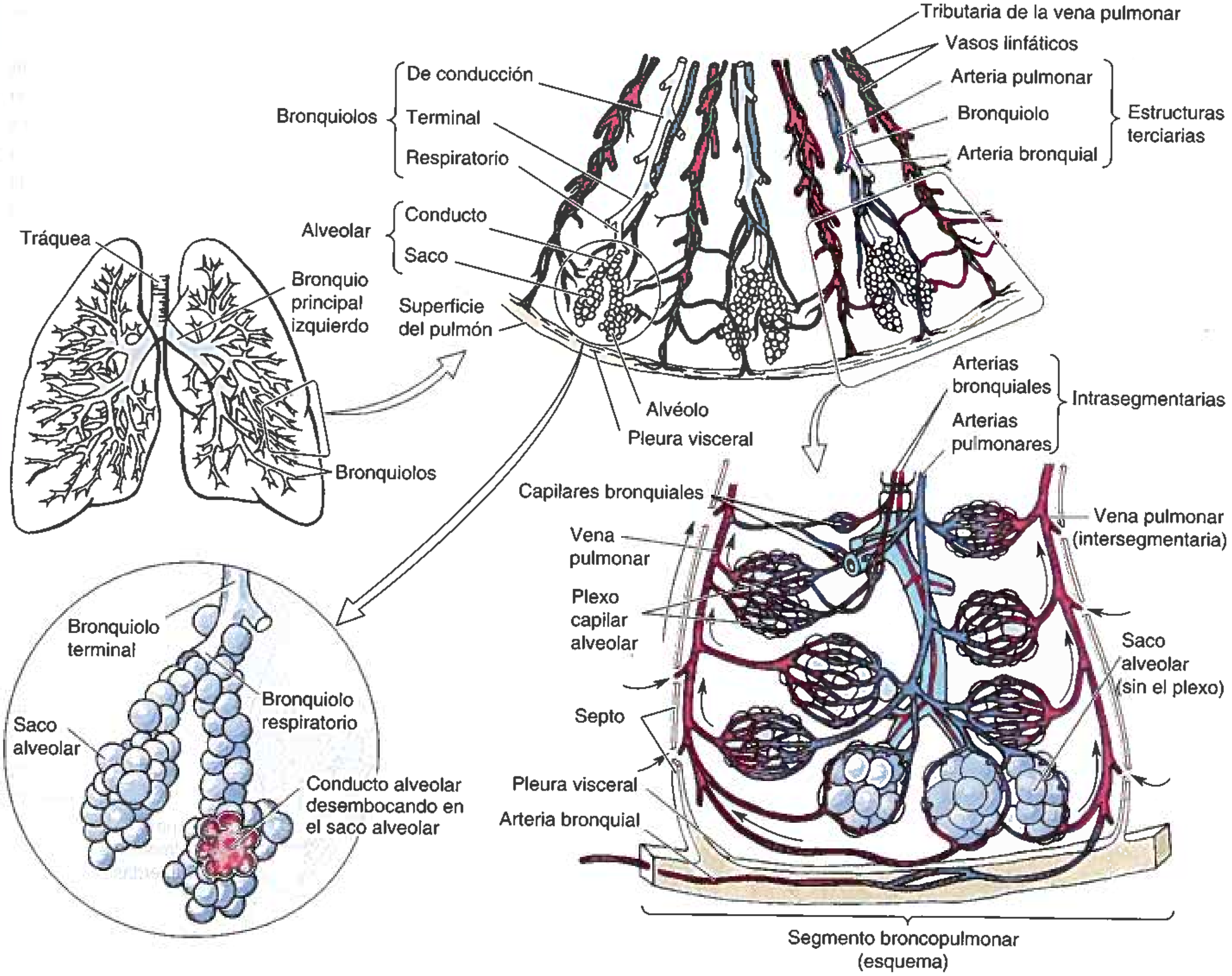

Tributaria de la vena pulmonar
Vasos linfáticos
Arteria pulmonar
Bronquiolo
Arteria bronquial
Estructuras terciarias
Bronquiolos
De conducción
Terminal
Respiratorio
Alveolar
Conducto
Saco
Tráquea
Bronquio principal izquierdo
Superficie del pulmón
Alvéolo
Pleura visceral
Bronquiolos
Arterias bronquiales
Arterias pulmonares
Intrasegmentarias
Capilares bronquiales
Vena pulmonar
Plexo capilar alveolar
Septo
Pleura visceral
Arteria bronquial
Vena pulmonar (intersegmentaria)
Saco alveolar (sin el plexo)
Bronquiolo terminal
Bronquiolo respiratorio
Saco alveolar
Conducto alveolar desembocando en el saco alveolar
Segmento broncopulmonar (esquema)

FIGURA 1-36. Estructura interna y organización de los pulmones. Dentro de los pulmones, los bronquios y las arterias pulmonares discurren a la par y se bifurcan al unísono. Las ramas segmentarias (terciarias) abastecen los segmentos broncopulmonares. Cada arteria pulmonar intrasegmentaria, que transporta sangre poco oxigenada, termina en un plexo capilar en las paredes de los sacos alveolares y los alvéolos, donde se intercambian el oxígeno y el dióxido de carbono. Las venas pulmonares intersegmentarias se originan de los capilares pulmonares, y transportan sangre oxigenada al corazón. Las arterias bronquiales se distribuyen a lo largo del árbol bronquial y lo irrigan. Sus ramas más distales irrigan los lechos capilares drenados por las venas pulmonares, así como los de la pleura visceral. De este modo, una cantidad muy pequeña de sangre poco oxigenada drena en las venas pulmonares que transportan sangre muy oxigenada.

los carecen de cartílago en sus paredes. Los **bronquiolos de conducción** transportan aire, pero no poseen glándulas ni alvéolos. Cada bronquiolo terminal da origen a varias generaciones de **bronquiolos respiratorios,** que se caracterizan por la presencia dispersa de evaginaciones saculares de paredes finas (los alvéolos) que se extienden desde su luz. Los **alvéolos pulmonares** constituyen la unidad estructural básica de intercambio de gases en el pulmón. Debido a la presencia de los alvéolos, los bronquiolos respiratorios están implicados tanto en el transporte de aire como en el intercambio de gases. Cada bronquiolo respiratorio da origen a 2-11 *conductos alveolares*, cada uno de los cuales origina a su vez 5-6 *sacos alveolares*. Los **conductos alveolares** son vías respiratorias alargadas, densamente revestidas de alvéolos, que conducen a unos espacios comunes, los **sacos alveolares,** en los cuales se abren los racimos de alvéolos. Se desarrollan nuevos alvéolos hasta aproximadamente los 8 años de edad, momento en que hay aproximadamente 300 millones de alvéolos.

VASCULARIZACIÓN DE LOS PULMONES Y LAS PLEURAS

Cada pulmón tiene una arteria pulmonar que lo irriga y dos venas pulmonares que drenan la sangre procedente de él (fig. 1-37). Las **arterias pulmonares derecha** e **izquierda** se originan del *tronco pulmonar* a nivel del *ángulo esternal* y transportan sangre pobre en oxígeno («venosa») hacia los pulmones para su oxigenación. (En las ilustraciones anatómicas se colorean normalmente en azul, como las venas.) Cada arteria pulmonar pasa a formar parte de la raíz del pulmón correspondiente y se divide secundariamente en **arterias lobulares.** Las *arterias lobulares superiores derecha* e *izquierda* para el lóbulo superior se originan las primeras, antes de entrar en el hilio. Continuando dentro del pulmón, la arteria desciende posterolateral al bronquio principal como *arteria lobular inferior del pulmón izquierdo* y como una arteria intermedia que se dividirá en *arterias lobulares inferior y media del pulmón derecho*. Las arterias lobulares se dividen en **arterias segmentarias** terciarias. Las arterias y los bronquios están emparejados en el pulmón, se ramifican simultáneamente y recorren caminos paralelos. En consecuencia, un par formado por una arteria lobular y un bronquio lobular secundarios abastecen cada lóbulo, y un par formado por una arteria segmentaria y un bronquio segmentario terciarios abastecen cada segmento broncopulmonar del pulmón, con la arteria situada, normalmente, en la cara anterior del bronquio correspondiente.

Dos *venas pulmonares*, una **vena pulmonar superior** e **inferior** en cada lado, transportan sangre rica en oxígeno («arterial») desde los correspondientes lóbulos de cada pulmón hasta la aurícula (atrio) izquierda del corazón. La **vena lobular media** es tributaria de la vena pulmonar superior derecha. (En las ilustraciones anatómicas, las venas pulmonares suelen colorearse de rojo o violeta, como las arterias.) Las venas pulmonares siguen en el pulmón un curso independiente de las arterias y los bronquios, discurriendo entre y recibiendo sangre desde los segmentos broncopulmonares adyacentes a medida que se dirigen hacia el hilio. Excepto en la región central, perihiliar, del pulmón, las venas procedentes de la pleura visceral y de la circulación venosa bronquial drenan en las venas pulmonares, un volumen de sangre poco oxigenada relativamente pequeño que entra en el gran volumen de sangre bien oxige-

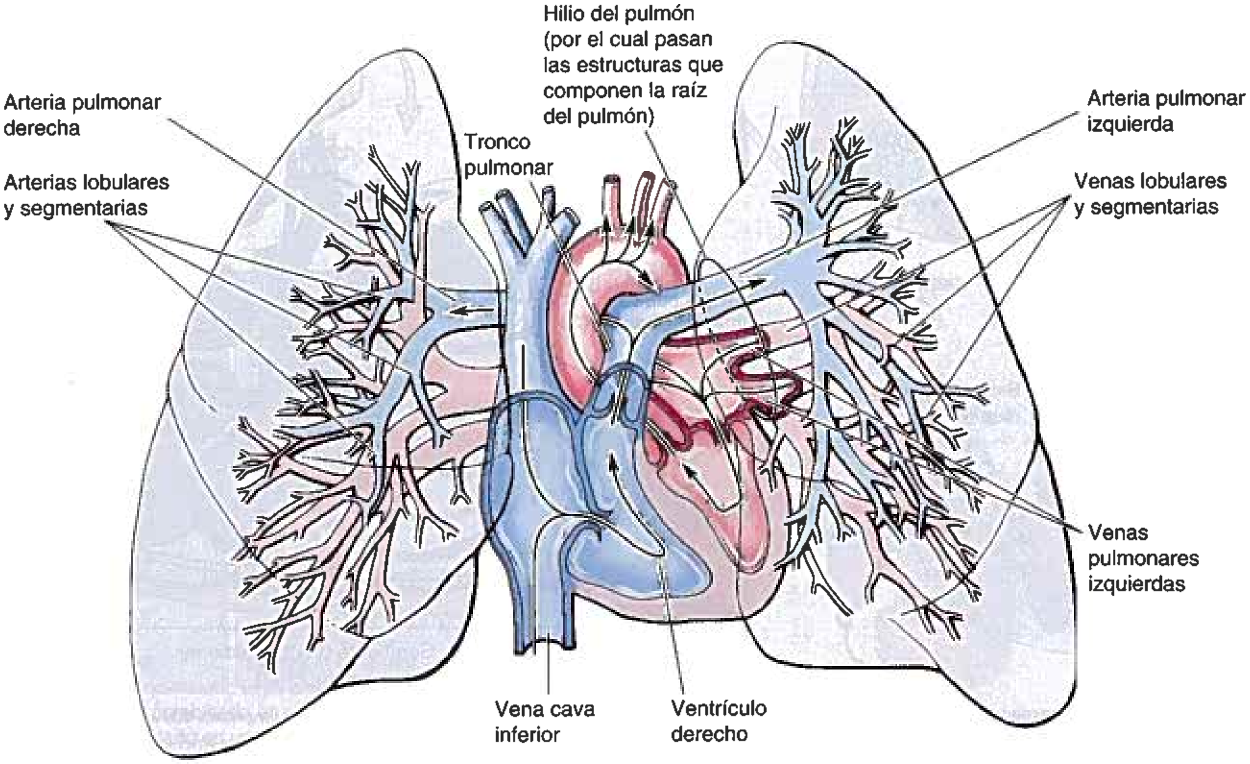
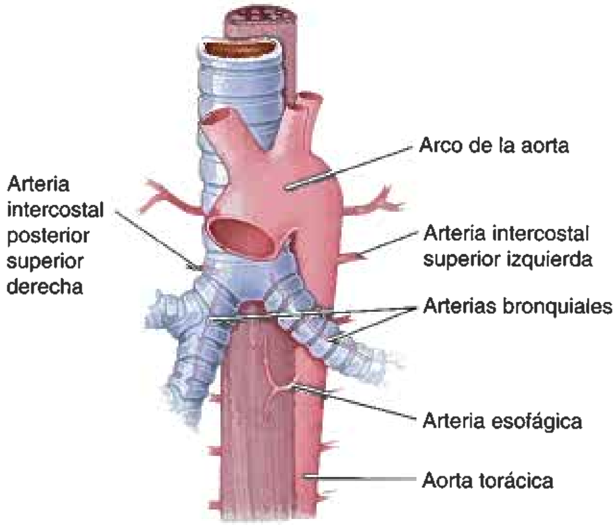

Hilio del pulmón (por el cual pasan las estructuras que componen la raíz del pulmón)
Arteria pulmonar derecha
Tronco pulmonar
Arterias lobulares y segmentarias
Arteria pulmonar izquierda
Venas lobulares y segmentarias
Venas pulmonares izquierdas
Vena cava inferior
Ventrículo derecho

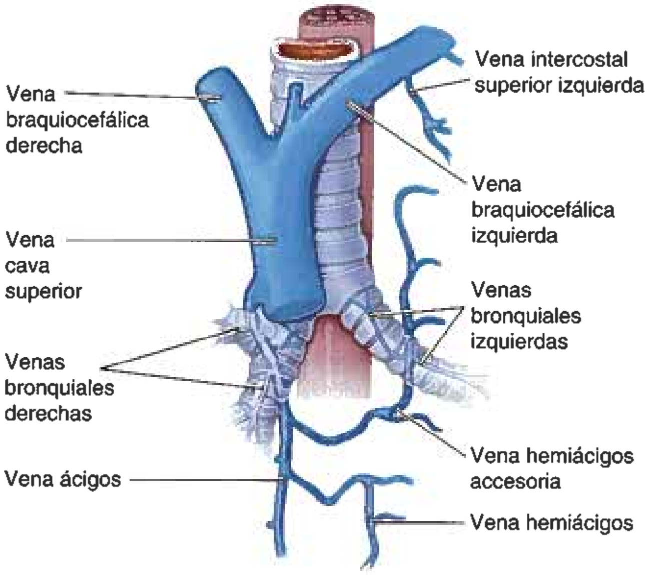
FIGURA 1-37. Circulación pulmonar. Aunque las relaciones intrapulmonares se muestran con exactitud, la separación de los vasos de la raíz del pulmón se ha exagerado en la región hiliar para ver cómo entran y salen del pulmón. Obsérvese que la arteria pulmonar derecha pasa bajo el arco de la aorta para alcanzar el pulmón derecho, y que la arteria pulmonar izquierda se sitúa completamente a la izquierda del arco.

nada que retorna al corazón. Las venas de la pleura parietal se unen a las venas sistémicas en las partes adyacentes de la pared torácica.

Las *arterias bronquiales* proporcionan sangre para nutrir las estructuras que componen la raíz de los pulmones, los tejidos de sostén de los pulmones y la pleura visceral (fig. 1-38A). Las dos **arterias bronquiales izquierdas** normalmente se originan directamente en la aorta torácica. La única **arteria bronquial derecha** puede originarse también directamente de la aorta. Es más frecuente que se origine indirectamente, bien de la porción proximal de una de las arterias intercostales posteriores superiores (en general de la 3.ª arteria intercostal posterior derecha) o bien de un tronco común con la arteria bronquial superior izquierda.


Arco de la aorta
Arteria intercostal posterior superior derecha
Arteria intercostal superior izquierda
Arterias bronquiales
Arteria esofágica
Aorta torácica

(A) Arterias bronquiales


Vena intercostal superior izquierda
Vena braquiocefálica derecha
Vena braquiocefálica izquierda
Vena cava superior
Venas bronquiales izquierdas
Venas bronquiales derechas
Vena hemiácigos accesoria
Vena ácigos
Vena hemiácigos

(B) Venas bronquiales

FIGURA 1-38. **Arterias y venas bronquiales. A.** Las arterias bronquiales irrigan los tejidos de sostén de los pulmones y la pleura visceral. **B.** Las venas bronquiales drenan los lechos capilares más proximales irrigados por las arterias bronquiales; el resto es drenado por las venas pulmonares.

Las pequeñas arterias bronquiales dan ramas para la parte superior del esófago y luego discurren, típicamente, a lo largo de las caras posteriores de los bronquios principales, irrigando a éstos y sus ramas hasta los bronquiolos respiratorios. (Sin embargo, hay variaciones como las que se muestran en las figs. 1-63 y 1-69, que representan la disección de un cadáver.) Las ramas más distales de las arterias bronquiales se anastomosan con ramas de las arterias pulmonares en las paredes de los bronquiolos y en la pleura visceral. La pleura parietal es irrigada por las arterias que irrigan la pared torácica.

Las **venas bronquiales** (fig. 1-38B) drenan sólo una parte de la sangre aportada a los pulmones por las arterias bronquiales, principalmente aquella que se distribuye hacia la porción más proximal de la raíz de los pulmones o cerca de ésta. El resto de la sangre es drenada por las venas pulmonares, específicamente la que procede de la pleura visceral, las regiones más periféricas del pulmón y los componentes distales de la raíz del pulmón. La *vena bronquial derecha* drena en la *vena ácigos*, mientras que la *vena bronquial izquierda* drena en la *vena hemiácigos accesoria* o en la *vena intercostal superior izquierda*. Las venas bronquiales reciben también algo de sangre de las venas esofágicas.

Los **plexos linfáticos pulmonares** se comunican libremente (fig. 1-39). El *plexo linfático superficial* (subpleural) se sitúa profundo a la pleura visceral y drena el parénquima (tejido) pulmonar y la pleura visceral. Los vasos linfáticos de este plexo superficial drenan en los **nódulos linfáticos broncopulmonares** (nódulos linfáticos hiliares) en la región del hilio pulmonar.

El *plexo linfático profundo* se localiza en la submucosa de los bronquios y en el tejido conectivo peribronquial. Está dedicado principalmente al drenaje de las estructuras que forman la raíz del pulmón. Los vasos linfáticos de este plexo profundo drenan inicialmente en los **nódulos linfáticos pulmonares** intrínsecos, situados a lo largo de los bronquios lobulares. Los vasos linfáticos de estos nódulos se continúan siguiendo los vasos bronquiales y pulmonares hasta el hilio del pulmón, donde drenan también en los nódulos linfáticos broncopulmonares. A partir de ellos, la linfa procedente tanto del plexo linfático profundo como del superficial drena en los **nódulos linfáticos traqueobronquiales superiores** e **inferiores,** superior e inferiormente a la bifurcación de la tráquea y los bronquios principales, respectivamente. El pulmón derecho drena fundamentalmente a través de los sucesivos grupos de nódulos del lado derecho, y el lóbulo superior del pulmón izquierdo drena principalmente a través de los nódulos correspondientes del lado izquierdo. Sin embargo, muchos, aunque no todos, los linfáticos del lóbulo más inferior del pulmón izquierdo drenan en los nódulos traqueobronquiales superiores derechos; a continuación, la linfa sigue la vía de drenaje del lado derecho.

La linfa de los nódulos linfáticos traqueobronquiales pasa a los **troncos linfáticos broncomediastínicos derecho** e **izquierdo,** los principales conductos linfáticos que drenan las vísceras torácicas. Normalmente, estos troncos terminan a cada lado en los *ángulos venosos* (uniones de las venas yugular interna y subclavia); sin embargo, el tronco broncomediastínico derecho puede fusionarse primero con otros troncos linfáticos, convergiendo aquí para formar el corto *conducto linfático derecho*. El tronco brocomediastínico izquierdo puede terminar en el *conducto torácico*. La linfa de la pleura parietal drena en los nódulos linfáticos de la pared torá-

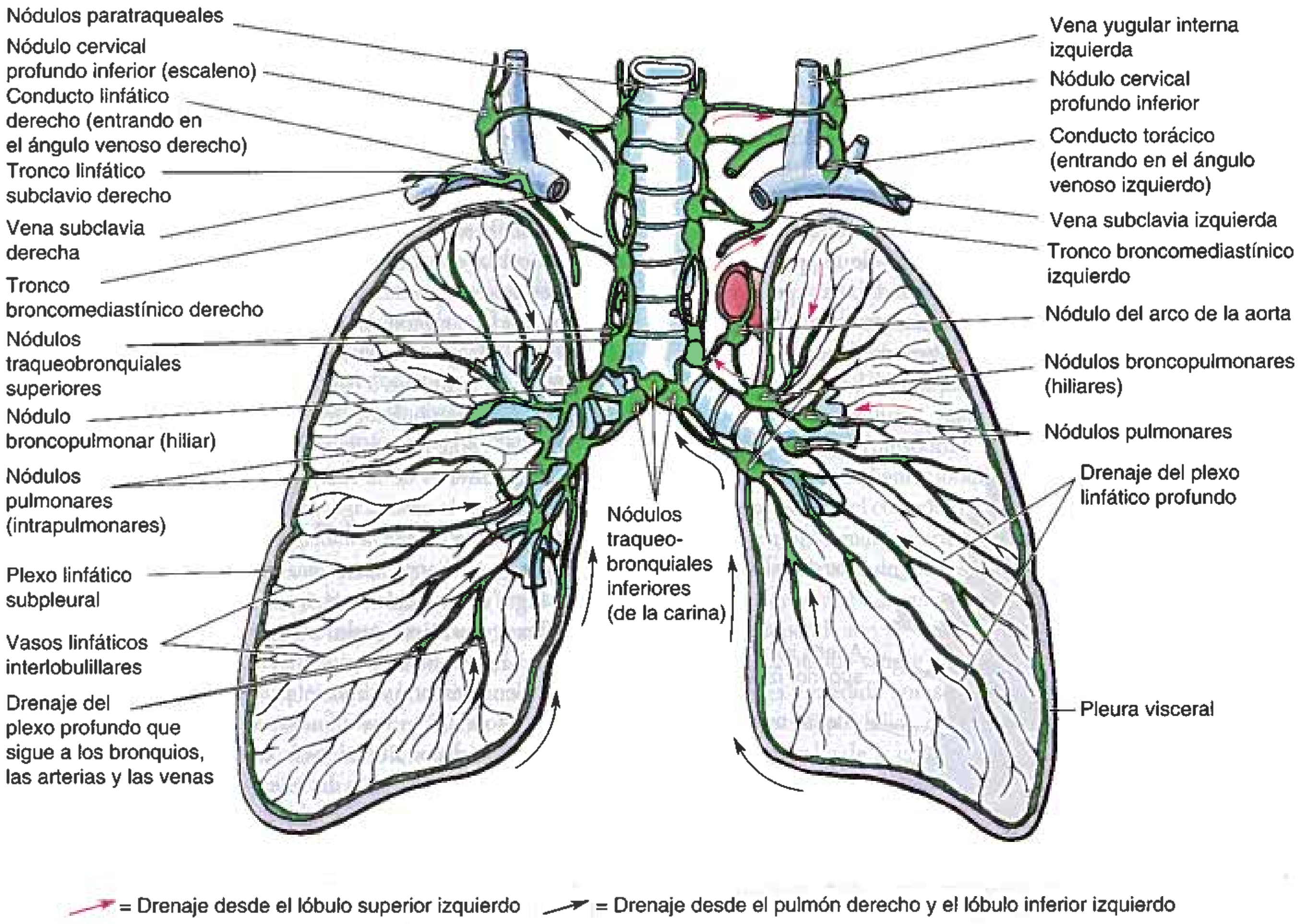

Nódulos paratraqueales
Nódulo cervical profundo inferior (escaleno)
Conducto linfático derecho (entrando en el ángulo venoso derecho)
Tronco linfático subclavio derecho
Vena subclavia derecha
Tronco broncomediastínico derecho
Nódulos traqueobronquiales superiores
Nódulo broncopulmonar (hiliar)
Nódulos pulmonares (intrapulmonares)
Plexo linfático subpleural
Vasos linfáticos interlobulillares
Drenaje del plexo profundo que sigue a los bronquios, las arterias y las venas
Nódulos traqueo-bronquiales inferiores (de la carina)
Vena yugular interna izquierda
Nódulo cervical profundo inferior
Conducto torácico (entrando en el ángulo venoso izquierdo)
Vena subclavia izquierda
Tronco broncomediastínico izquierdo
Nódulo del arco de la aorta
Nódulos broncopulmonares (hiliares)
Nódulos pulmonares
Drenaje del plexo linfático profundo
Pleura visceral
→ = Drenaje desde el lóbulo superior izquierdo
→ = Drenaje desde el pulmón derecho y el lóbulo inferior izquierdo

FIGURA 1-39. Drenaje linfático de los pulmones. Los vasos linfáticos tienen su origen en los plexos linfáticos subpleurales superficiales y profundos. Toda la linfa del pulmón sale por la raíz del pulmón y drena en los nódulos linfáticos traqueobronquiales superiores o inferiores. El lóbulo inferior de *ambos* pulmones drena en los nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina) situados centralmente, drenando principalmente en el lado derecho. Los otros lóbulos de cada pulmón drenan fundamentalmente en los nódulos linfáticos traqueobronquiales superiores homolaterales. Desde aquí, la linfa atraviesa un número variable de nódulos paratraqueales y entra en los troncos broncomediastínicos.

cica (intercostales, paraesternales, mediastínicos y frénicos). Una minoría de los vasos linfáticos de la pleura parietal cervical drena en los nódulos linfáticos axilares.

NERVIOS DE LOS PULMONES Y LAS PLEURAS

Los nervios de los pulmones y la pleura visceral derivan de los *plexos pulmonares* localizados anterior y posteriormente (sobre todo) a las raíces de los pulmones (fig. 1-40). Estas redes nerviosas contienen fibras parasimpáticas, simpáticas y aferentes viscerales.

Las fibras parasimpáticas del plexo pulmonar son fibras presinápticas del nervio vago (NC X). Hacen sinapsis con las **células ganglionares parasimpáticas** (cuerpos celulares de las neuronas postsinápticas) que se localizan en los plexos pulmonares y a lo largo de las ramas del árbol bronquial. Las fibras parasimpáticas son motoras para el músculo liso del árbol bronquial (*broncoconstrictoras*), inhibidoras para los vasos pulmonares (*vasodilatadoras*) y secretoras para las glándulas del árbol bronquial (*secretomotoras*).

Las fibras simpáticas de los plexos pulmonares son fibras postsinápticas. Sus cuerpos celulares **(células ganglionares simpáticas)** están en los *ganglios simpáticos paravertebrales de los troncos simpáticos*. Las fibras simpáticas son inhibidoras para el músculo bronquial (*broncodilatadoras*), motoras para los vasos pulmonares (*vasoconstrictoras*) e inhibidoras para las glándulas alveolares del árbol bronquial –células epiteliales secretoras de los alvéolos de tipo II (fig. 1-36).

Las fibras aferentes viscerales de los plexos pulmonares son tanto reflejas (conducen la sensibilidad subconsciente asociada a reflejos que controlan funciones) como nociceptivas (conducen impulsos dolorosos generados en respuesta a estímulos dolorosos o nocivos, como irritantes químicos, isquemia o estiramiento excesivo). Las fibras aferentes viscerales reflejas con los cuerpos celulares en el ganglio sensitivo del nervio vago (NC X) acompañan a las fibras parasimpáticas, transportando impulsos centralmente desde las terminaciones nerviosas asociadas con:

- La mucosa bronquial, probablemente en relación con la sensibilidad táctil del reflejo tusígeno.
- Los músculos bronquiales, posiblemente implicados en la percepción del estiramiento.
- El tejido conectivo interalveolar, en asociación con los reflejos de Hering-Breuer (mecanismo que tiende a limitar los desplazamientos respiratorios).

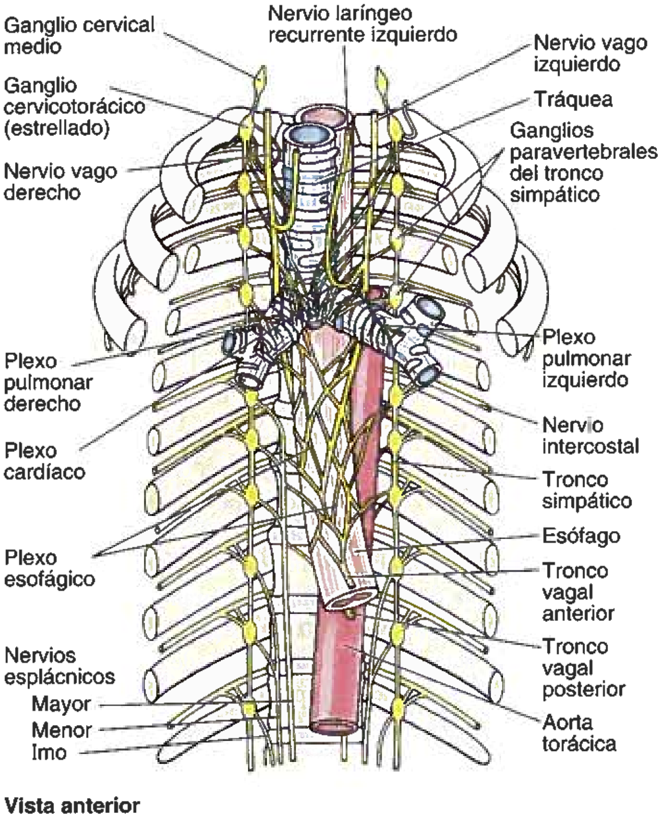

Ganglio cervical medio
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Nervio vago izquierdo
Ganglio cervicotorácico (estrellado)
Tráquea
Ganglios paravertebrales del tronco simpático
Nervio vago derecho
Plexo pulmonar izquierdo
Plexo pulmonar derecho
Nervio intercostal
Plexo cardíaco
Tronco simpático
Esófago
Plexo esofágico
Tronco vagal anterior
Tronco vagal posterior
Nervios esplácnicos
Mayor
Menor
Imo
Aorta torácica
Vista anterior

FIGURA 1-40. **Nervios de los pulmones y de la pleura visceral.** Los plexos pulmonares derecho e izquierdo, anteriores y posteriores a la raíz de los pulmones, reciben aportaciones simpáticas de los troncos simpáticos derecho e izquierdo, y aportaciones parasimpáticas de los nervios vagos (NC X) derecho e izquierdo. Después de aportar fibras al plexo pulmonar posterior, los nervios vagos continúan inferiormente y forman parte del plexo esofágico, a menudo perdiendo su identidad y volviendo después a formarse para constituir los troncos vagales anterior y posterior. Ramos de los plexos pulmonares acompañan a las arterias pulmonares, y especialmente a los bronquios, hasta el interior de los pulmones.

- Las arterias, actuando como barorreceptores (receptores sensibles a la tensión arterial).
- Las venas pulmonares, actuando como quimiorreceptores (receptores sensibles a las concentraciones de gases en sangre).

Las fibras aferentes nociceptivas procedentes de la pleura visceral y los bronquios acompañan a las fibras simpáticas a través del tronco simpático hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales torácicos superiores, mientras que las que proceden de la tráquea acompañan a las fibras parasimpáticas hasta el ganglio sensitivo del nervio vago (NC X).

Los *nervios de la pleura parietal* derivan de los nervios intercostales y frénicos. La *pleura costal* y la porción periférica de la *pleura diafragmática* están inervadas por los **nervios intercostales.** Éstos transportan las sensaciones de presión y dolor. La porción central de la pleura diafragmática y la *pleura mediastínica* están inervadas por los **nervios frénicos** (figs. 1-32 y 1-34B y D).

ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LAS PLEURAS Y LOS PULMONES

Las pleuras cervicales y los vértices de los pulmones pasan a través de la abertura superior del tórax hacia las **fosas supraclaviculares mayores**, que están situadas posterior y superiormente a las clavículas y lateralmente a los tendones de los músculos esternocleidomastoideos (fig. 1-41). Los bordes anteriores de los pulmones se sitúan adyacentes a la línea anterior de reflexión de la pleura parietal entre los cartílagos costales 2.° y 4.°. Aquí, el borde de reflexión pleural izquierdo se desplaza lateralmente y luego inferiormente en la escotadura cardíaca para alcanzar el 6.° cartílago costal. El borde anterior del pulmón izquierdo está más profundamente indentado por su escotadura cardíaca. En el lado derecho, la reflexión pleural se continúa inferiormente desde el 4.° hasta el 6.° cartílagos costales, en estrecho paralelismo con el borde anterior del pulmón derecho. Tanto las reflexiones pleurales como los bordes anteriores de los pulmones se desvían lateralmente a nivel de los 6.°^{s} cartílagos costales. Las reflexiones pleurales alcanzan la línea medioclavicular a nivel

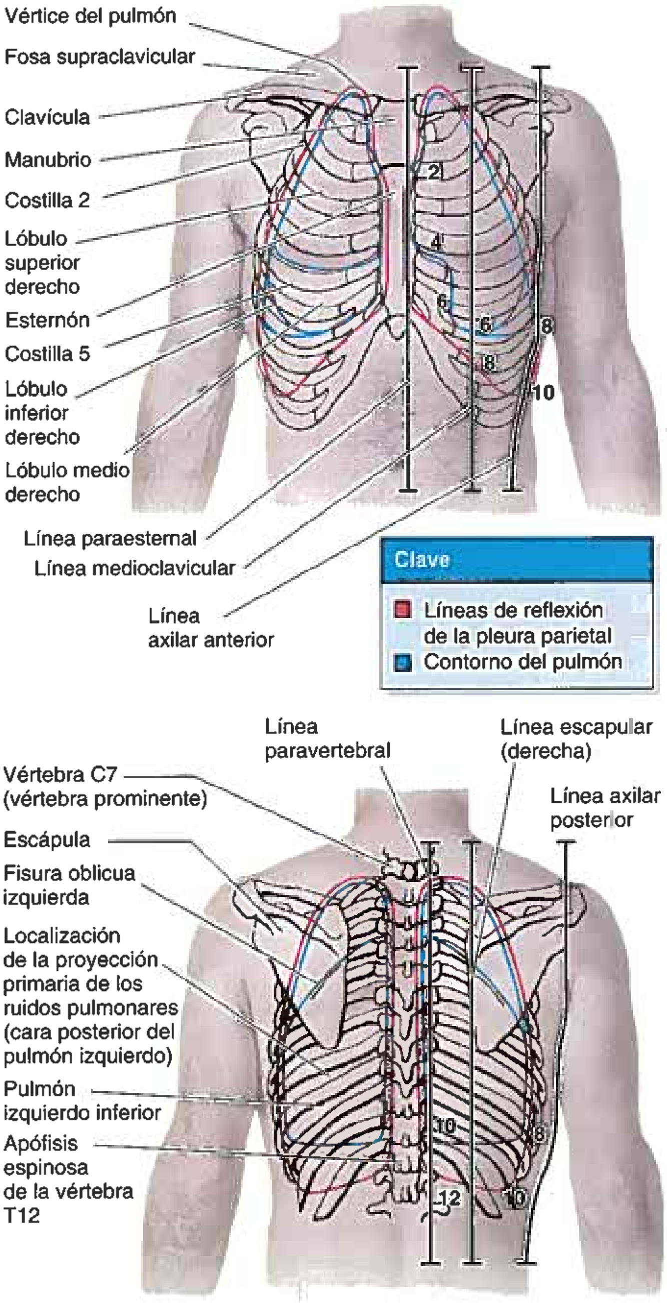

Vértice del pulmón
Fosa supraclavicular
Clavícula
Manubrio
Costilla 2
Lóbulo superior derecho
Esternón
Costilla 5
Lóbulo inferior derecho
Lóbulo medio derecho
Línea paraesternal
Línea medioclavicular
Línea axilar anterior
2
4
6
6
8
8
10
Clave
🟥 Líneas de reflexión de la pleura parietal
🟦 Contorno del pulmón
Línea paravertebral
Línea escapular (derecha)
Línea axilar posterior
Vértebra C7 (vértebra prominente)
Escápula
Fisura oblicua izquierda
Localización de la proyección primaria de los ruidos pulmonares (cara posterior del pulmón izquierdo)
Pulmón izquierdo inferior
Apófisis espinosa de la vértebra T12
10
8
12
10

FIGURA 1-41. Anatomía de superficie de las pleuras y los pulmones.

del 8.º cartílago costal, la 10.ª costilla en la línea axilar media y la 12.ª costilla en la línea escapular; sin embargo, los bordes inferiores de los pulmones alcanzan la línea medioclavicular al nivel de la 6.ª costilla, la línea axilar media al nivel de la 8.ª costilla y la línea escapular en la 10.ª costilla, siguiendo su trayecto hacia la apófisis espinosa de la vértebra T10. A continuación siguen hacia la apófisis espinosa de la vértebra T12. De este modo, normalmente la pleura parietal se extiende aproximadamente dos costillas por debajo del pulmón.

Las *fisuras oblicuas* de los pulmones se extienden desde el nivel de la apófisis espinosa de la vértebra T2 posteriormente hasta el 6.º cartílago costal anteriormente, que coincide de manera aproximada con el borde medial de la escápula cuando se eleva el miembro superior por encima de la cabeza (lo que hace que el ángulo inferior rote lateralmente). La *fisura horizontal* del pulmón derecho se extiende anteriormente desde la fisura oblicua a lo largo de la 4.ª costilla y el cartílago costal.

PLEURA, PULMONES Y ÁRBOL TRAQUEOBRONQUIAL

Lesiones de la pleura cervical y el vértice del pulmón

Debido a la inclinación inferior del primer par de costillas y la abertura superior del tórax que se forma entre ellas, la pleura cervical y el vértice del pulmón se proyectan hacia el cuello a través de esta abertura, posterior a las inserciones inferiores de los músculos esternocleidomastoideos. Por ello, los pulmones y los sacos pleurales pueden lesionarse por heridas en la base del cuello, provocando un *neumotórax* (presencia de aire en la cavidad pleural). La pleura cervical alcanza un nivel relativamente más alto en lactantes y niños pequeños debido a que sus cuellos son cortos. En consecuencia, la pleura cervical es especialmente vulnerable a las lesiones durante la lactancia y la niñez temprana.

Lesiones de otras partes de la pleura

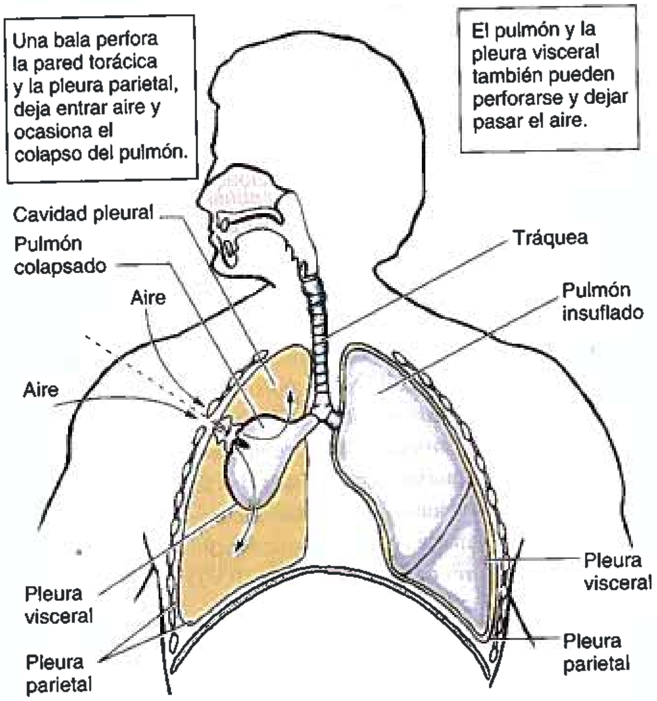
La pleura desciende por debajo del reborde (arco) costal en tres regiones, donde una incisión abdominal podría seccionar inadvertidamente el saco pleural: la parte derecha del ángulo infraesternal y los ángulos costovertebrales derecho e izquierdo. Las pequeñas porciones de pleura expuestas en los ángulos costovertebrales inferomediales al 12.º par de costillas son posteriores a los polos superiores de los riñones. En este lugar la pleura está en peligro (es decir, puede producirse un neumotórax) ante una incisión de la pared posterior del abdomen cuando en una intervención quirúrgica se expone un riñón, por ejemplo.

Colapso pulmonar

Los pulmones (en concreto, los sacos aéreos que conjuntamente forman el pulmón) pueden compararse a un globo inflado cuando están distendidos. Si no se mantiene la distensión, su elasticidad intrínseca hará que se colapsen (*atelectasia:* la *atelectasia secundaria* es el colapso de un pulmón previamente insuflado; la *atelectasia primaria* se refiere a la incapacidad de un pulmón para insuflarse al nacer). Un globo inflado sólo se mantendrá distendido mientras la salida de aire esté cerrada, ya que sus paredes pueden contraerse por completo. Los pulmones normales *in situ* siguen distendidos incluso cuando las vías aéreas están abiertas, debido a que las caras externas de los pulmones (la pleura visceral) se adhieren a la cara interna de las paredes del tórax (la pleura parietal) por la tensión superficial que provoca el líquido pleural. La retracción elástica de los pulmones hace que la presión de la cavidad pleural sea menor que la atmosférica. La presión es normalmente de unos —2 mm Hg; durante la inspiración, cae hasta cerca de —8 mm Hg.

Si una herida penetrante se abre paso a través de la pared del tórax o de la superficie de los pulmones, la presión negativa aspirará aire al interior de la cavidad pleural (fig. C1-8). Se perderá la tensión superficial que mantiene adherida la pleura visceral a la parietal (el pulmón a la pared torácica) y el pulmón se colapsará, expulsando la mayoría del aire que contiene debido a su elasticidad inherente (retracción elástica). Cuando se colapsa un pulmón, la cavidad pleural, normalmente un espacio virtual, se transforma en un espacio real.

Los sacos pleurales normalmente no se comunican; por ello, un pulmón puede estar colapsado, por ejemplo, por una intervención quirúrgica, sin que se colapse el otro. El desgarro o rotura de la


Una bala perfora la pared torácica y la pleura parietal, deja entrar aire y ocasiona el colapso del pulmón.

El pulmón y la pleura visceral también pueden perforarse y dejar pasar el aire.

FIGURA C1-8. Colapso (atelectasia) pulmonar.

superficie de un pulmón (y de su pleura visceral), o la penetración de la pared del tórax (y de su pleura parietal), provocan una hemorragia y la entrada de aire en la cavidad pleural. La cantidad de sangre y aire que se acumula determinará el grado de colapso pulmonar.

Cuando un pulmón se colapsa, ocupa menos volumen dentro de la cavidad pulmonar y ésta no aumenta de tamaño durante la inspiración (de hecho, puede disminuir). Esta disminución de tamaño se evidencia radiográficamente en el lado afectado por la elevación del diafragma por encima de sus niveles normales, el estrechamiento de los espacios intercostales (las costillas están más juntas) y el desplazamiento del mediastino (*desviación mediastínica,* indicada por la tráquea —llena de aire— contenida en él) hacia el lado afectado. Además, el pulmón colapsado aparecerá normalmente más denso (más blanco) y rodeado por aire más radiolúcido (más negro).

En la *cirugía abierta de tórax* hay que mantener la respiración y la ventilación de los pulmones intubando la tráquea con una sonda con manguito y utilizando una bomba de presión positiva, variando la presión para insuflar y desinflar alternativamente los pulmones.

Neumotórax, hidrotórax y hemotórax

La entrada de aire en la cavidad pleural (*neumotórax*), originada por una herida penetrante de la pleura parietal o por la rotura de un pulmón a causa, por ejemplo, de un impacto de bala o por la rotura de una lesión pulmonar en la cavidad pleural (*fístula broncopulmonar*), provoca el colapso del pulmón (fig. C1-8). Las costillas fracturadas también pueden desgarrar la pleura parietal y producir un neumotórax. La acumulación de una cantidad significativa de líquido en la cavidad pleural (*hidrotórax*) puede ser consecuencia de un *derrame pleural* (escape de líquido hacia la cavidad pleural). En una herida del tórax, la sangre también puede entrar en la cavidad pleural (*hemotórax*) (fig. C1-9). El hemotórax se produce más a menudo por una lesión de un vaso intercostal importante o torácico interno que por la laceración de un pulmón. Cuando en la cavidad pleural se acumulan aire y líquido (*hemoneumotórax*, si el líquido es sangre), en las radiografías se apreciará un *nivel hidroaéreo* (una línea nítida, horizontal independientemente de la posición del paciente, que indica la superficie superior del líquido).

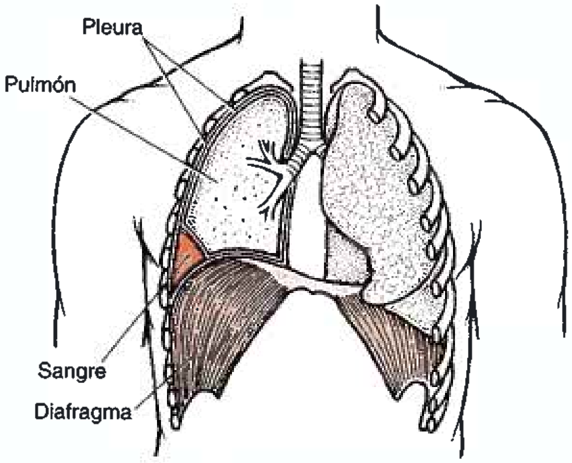


FIGURA C1-9. Hemotórax en la cavidad pleural derecha.

Toracocentesis

Algunas veces es necesario introducir una aguja hipodérmica en la cavidad pleural (*toracocentesis*), a través de un espacio intercostal, para obtener una muestra de líquido pleural o para drenar sangre o pus (fig. C1-10). Para evitar dañar el nervio y los vasos intercostales, la aguja se introduce por encima de la costilla, en un punto lo bastante alto como para evitar los ramos colaterales. La aguja pasa a través de los músculos intercostales y de la pleura parietal costal, y entra en la cavidad pleural. Cuando el paciente se encuentra en posición erecta, el líquido intrapleural se acumula en los recesos costodiafragmáticos. Si se inserta la aguja en el 9.° espacio intercostal y en la línea media axilar durante la espiración se evitará el borde inferior del pulmón. Hay que dirigir la aguja con una inclinación superior, para no penetrar en el lado profundo del receso (una fina lámina de pleura parietal diafragmática y el diafragma que recubre el hígado).

Inserción de una sonda pleural

Los volúmenes importantes de aire, sangre, líquido seroso, pus o cualquier combinación de estas sustancias en la cavidad pleural suelen extraerse insertando una sonda pleural. Se efectúa una corta incisión en el 5.° o 6.° espacio intercostal en la línea media axilar (lo que corresponde aproximadamente al nivel del pezón). La sonda debe dirigirse hacia arriba (hacia la pleura cervical [fig. 1-31A]) para extraer aire o hacia abajo (hacia el receso costodiafragmático) para drenar líquidos. El extremo extracorpóreo de la sonda (es decir, el que se encuentra fuera del cuerpo) se conecta a un sistema de drenaje sumergido en agua, a menudo con succión controlada, para evitar que se aspire aire retrógradamente en la cavidad pleural. Cuando se elimina el aire, el pulmón colapsado puede volver a inflarse. Si no se consigue extraer el líquido, puede ocurrir que el pulmón desarrolle una cubierta fibrosa resistente que impida su expansión hasta que se elimine (*decorticación del pulmón*).

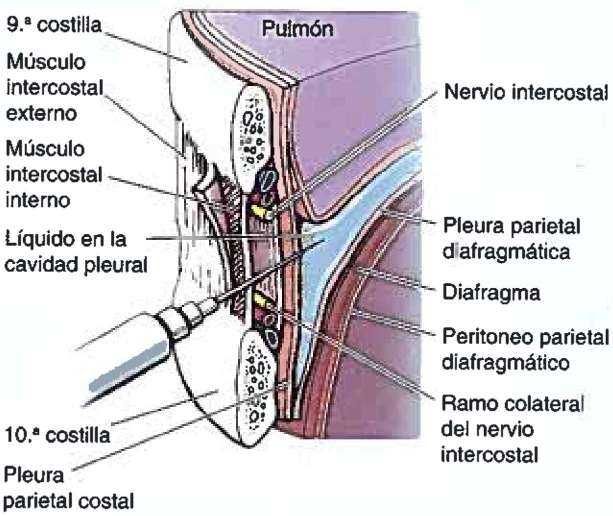

9.ª costilla
Pulmón
Músculo intercostal externo
Músculo intercostal interno
Líquido en la cavidad pleural
10.ª costilla
Pleura parietal costal
Nervio intercostal
Pleura parietal diafragmática
Diafragma
Peritoneo parietal diafragmático
Ramo colateral del nervio intercostal

FIGURA C1-10. Técnica para la toracocentesis medioaxilar.

Pleurectomía y pleurodesis

La obliteración de la cavidad pleural por procesos patológicos como la *pleuritis* (inflamación de la pleura) o durante intervenciones quirúrgicas (p. ej., *pleurectomía* o escisión de una parte de la pleura) (fig. C1-11A) no tiene consecuencias funcionales apreciables; sin embargo, puede producir dolor durante el esfuerzo. En otras intervenciones se provocan adherencias entre las hojas parietal y visceral de la pleura cubriendo las hojas pleurales en contacto con polvo irritante o con un agente esclerosante (*pleurodesis*). La pleurectomía y la pleurodesis se realizan para evitar la recurrencia de *atelectasias secundarias espontáneas* (colapso pulmonar espontáneo) producidas por un neumotórax crónico o por derrames malignos causados por enfermedades pulmonares (Ahya *et al.*, 2001).

Toracoscopia

La *toracoscopia* es un procedimiento diagnóstico, y en ocasiones terapéutico, en el cual se examina la cavidad pleural con un toracoscopio (fig. C1-11B). Se hacen pequeñas incisiones en la cavidad pleural a través de un espacio intercostal. Además de observar, se pueden obtener biopsias y pueden tratarse algunos trastornos torácicos (p. ej., cortar adherencias o extraer placas).

Pleuritis

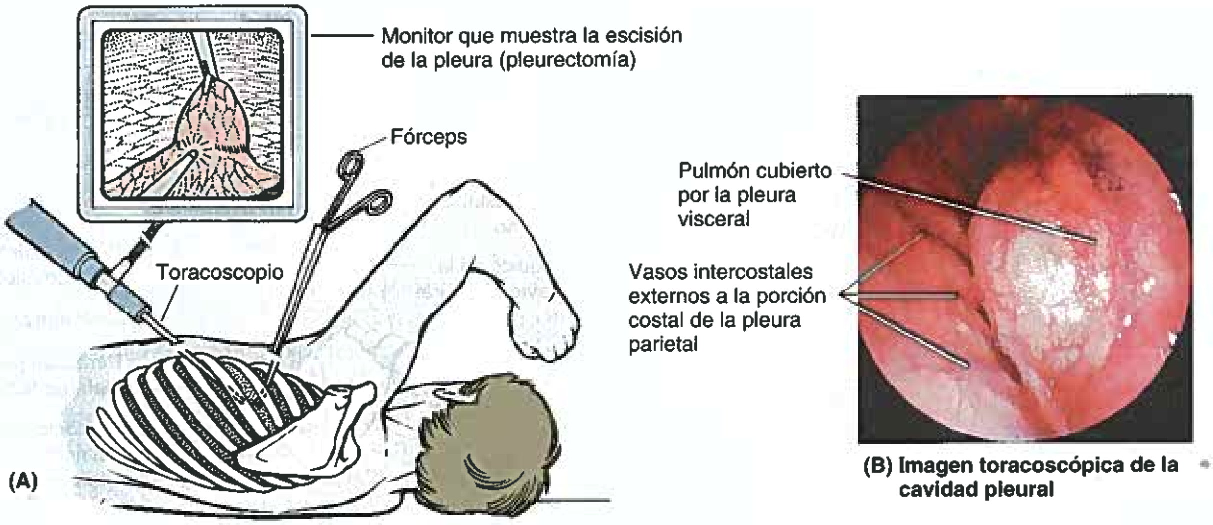
Durante la inspiración y la espiración, las pleuras, normalmente lisas y húmedas, no hacen ningún ruido detectable en la *auscultación pulmonar* (escuchar los ruidos respiratorios); sin embargo, la inflamación de la pleura (*pleuritis* o *pleuresía*) vuelve rugosas las superficies pulmonares. La fricción resultante (*roce pleural*) puede oírse con un fonendoscopio. Suena como al frotar un mechón de pelo entre los dedos. La inflamación de la pleura puede hacer que las hojas parietal y visceral se adhieran (*adherencias pleurales*). La pleuritis aguda se percibe como un dolor agudo, punzante, en especial durante un esfuerzo como subir escaleras, cuando la frecuencia y la amplitud de la respiración aumentan aunque sólo sea ligeramente.

Variaciones en los lóbulos pulmonares

Hay que tener presente que puede haber variaciones en la forma de los pulmones. En algunos casos, las fisuras oblicua y horizontal pueden estar incompletas o faltar, con las consiguientes disminuciones en el número o la diferenciación de los lóbulos. En otras ocasiones, el pulmón puede contar con una fisura adicional que lo divide. Por ejemplo, a veces, el pulmón izquierdo posee tres lóbulos y el pulmón derecho sólo dos. El lóbulo superior izquierdo puede carecer de língula (fig. 1-33A y B). El lóbulo «accesorio» más frecuente es el *lóbulo ácigos*, que aparece en el pulmón derecho en el 1 % de los individuos, aproximadamente. Este lóbulo accesorio, habitualmente pequeño, aparece por encima del hilio del pulmón derecho, separado del resto del pulmón por un profundo surco por el cual discurre el arco de la vena ácigos. Otra modalidad menos frecuente de lóbulo ácigos puede tomar el aspecto de un vértice bifurcado.

Aspecto de los pulmones e inhalación de partículas de carbón y de irritantes

Los pulmones son de color rosa claro en los niños y en las personas que no fuman y viven en entornos no contaminados. Su aspecto es oscuro y moteado en la mayoría de los adultos que viven en áreas urbanas o agrícolas, especialmente en los que fuman, debido a la acumulación de carbón y partículas de polvo del aire y de irritantes del humo del tabaco que se inhalan. La *tos del fumador* está causada por la inhalación de dichos irritantes. No obstante, los pulmones son capaces de acumular una cantidad considerable de carbón sin verse afectados negativamente. La linfa de los pulmones transporta *fagocitos*, células especiales con la capacidad de extraer de las superficies donde se produce el intercambio


Monitor que muestra la escisión de la pleura (pleurectomía)
Fórceps
Toracoscopio
(A)
Pulmón cubierto por la pleura visceral
Vasos intercostales externos a la porción costal de la pleura parietal

(B) Imagen toracoscópica de la cavidad pleural

FIGURA C1-11. Pleurectomía.

gaseoso las partículas de carbón del aire inspirado y depositarlas en el tejido conectivo «inactivo» que sirve de sostén al pulmón o en nódulos linfáticos que reciben linfa de los pulmones.

Auscultación y percusión de los pulmones

La *auscultación de los pulmones* (escuchar sus sonidos con un fonendoscopio) y la *percusión de los pulmones* (golpear el tórax por encima de los pulmones con los dedos para detectar sonidos en los pulmones) (fig. C1-12A) son técnicas muy importantes que se utilizan en la exploración física. La auscultación evalúa el flujo de aire a través del árbol traqueobronquial en los lóbulos del pulmón. La percusión ayuda a establecer si los tejidos subyacentes están llenos de aire (ruido claro), llenos de líquido (ruido submate) o son sólidos (ruido mate). El conocimiento de la anatomía normal, sobre todo de la proyección de los pulmones y de los lugares cubiertos por hueso (p. ej., la escápula) y los músculos asociados permitirá al examinador saber dónde debería encontrar sonidos claros o mates (fig. C1-12B). La auscultación y la percusión de los pulmones siempre deben incluir la raíz del cuello, donde se localizan los vértices de los pulmones. Cuando los médicos aluden a «auscultar la base de un pulmón», normalmente no se refieren a su cara diafragmática (base anatómica) sino a la parte inferoposterior del lóbulo inferior. Para auscultar esta área, los médicos colocan el fonendoscopio en la cara posterior de la pared torácica al nivel de la vértebra T10.

Aspiración de cuerpos extraños

Debido a que el bronquio principal derecho es más ancho, más corto y discurre más verticalmente que el bronquio principal izquierdo, también es más fácil que entren *cuerpos extraños aspirados* o alimentos y se alojen en él o en una de sus ramas. Un peligro potencial al cual se enfrentan los odontólogos es un cuerpo extraño aspirado, como un trozo de diente, material de obturación o un pequeño instrumento, que es probable que pase al bronquio principal derecho. Para mantener la zona más estéril y evitar la aspiración de cuerpos extraños, algunos odontólogos colocan un fino diafragma de goma en la cavidad bucal antes de llevar a cabo determinados procedimientos.

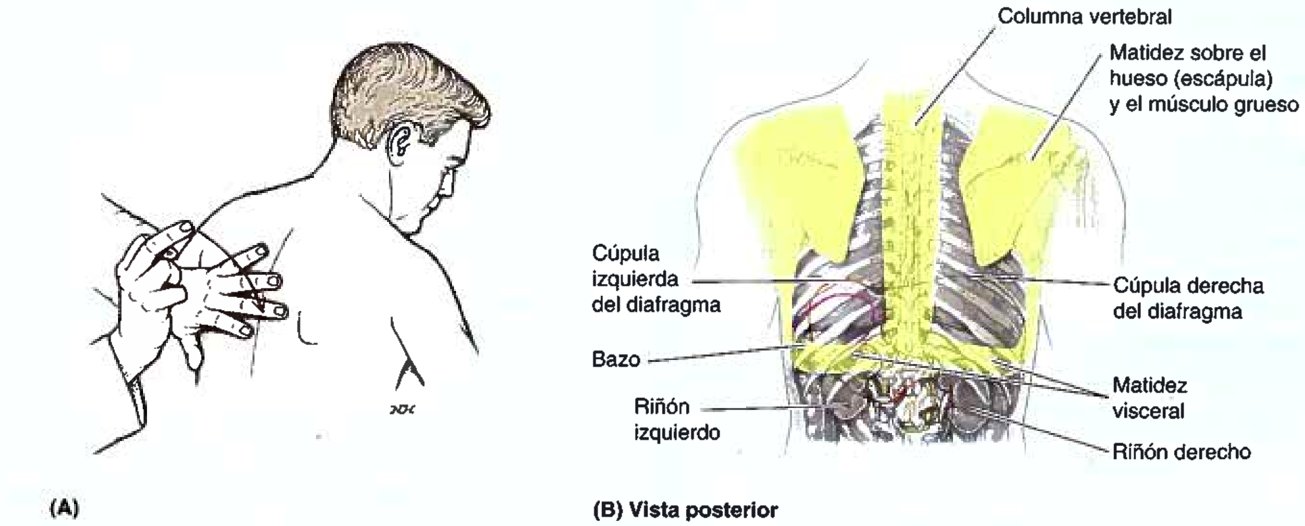
Broncoscopia

Cuando se hace descender un *broncoscopio* por la tráquea para entrar en un bronquio principal puede observarse una cresta, la **carina traqueal,** entre los orificios de los bronquios principales derecho e izquierdo (fig. C1-13). La carina traqueal es una proyección cartilaginosa del último anillo traqueal. Normalmente se sitúa en un plano sagital y tiene un borde bastante bien definido. Si los nódulos linfáticos traqueobronquiales localizados en el ángulo entre los bronquios principales se hipertrofian como consecuencia, por ejemplo, de células cancerosas que han metastatizado a partir de un *carcinoma broncógeno*, la carina traqueal está deformada, ensanchada posteriormente e inmóvil. Por tanto, los cambios morfológicos de la carina son signos diagnósticos importantes que ayudan al diagnóstico diferencial de enfermedades respiratorias.

La mucosa que cubre la carina es una de las zonas más sensibles del árbol traqueobronquial y se asocia al *reflejo de la tos*. Por ejemplo, cuando alguien aspira un cacahuete, se ahoga y tose. Cuando el cacahuete rebasa la carina, la tos suele cesar. Si se coloca a la víctima de sofocación en posición invertida para utilizar la gravedad para expulsar el cuerpo extraño (drenaje postural de los pulmones), las secreciones pulmonares que alcanzan la carina también provocan tos, lo que ayuda a la expulsión.

Resecciones pulmonares

El conocimiento de la anatomía de los segmentos broncopulmonares es esencial para la interpretación precisa de las imágenes diagnósticas de los pulmones y para la resección (extirpación) quirúrgica de los segmentos enfermos. Las enfermedades bronquiales y pulmonares, como tumores o abscesos


Columna vertebral
Matidez sobre el hueso (escápula) y el músculo grueso
Cúpula izquierda del diafragma
Cúpula derecha del diafragma
Bazo
Matidez visceral
Riñón izquierdo
Riñón derecho

(A)

(B) Vista posterior

FIGURA C1-12. Percusión de los pulmones. A. Percusión bimanual. **B.** Se muestran las áreas de matidez *(sombreadas en amarillo)* y de resonancia *(sin sombrear)*.

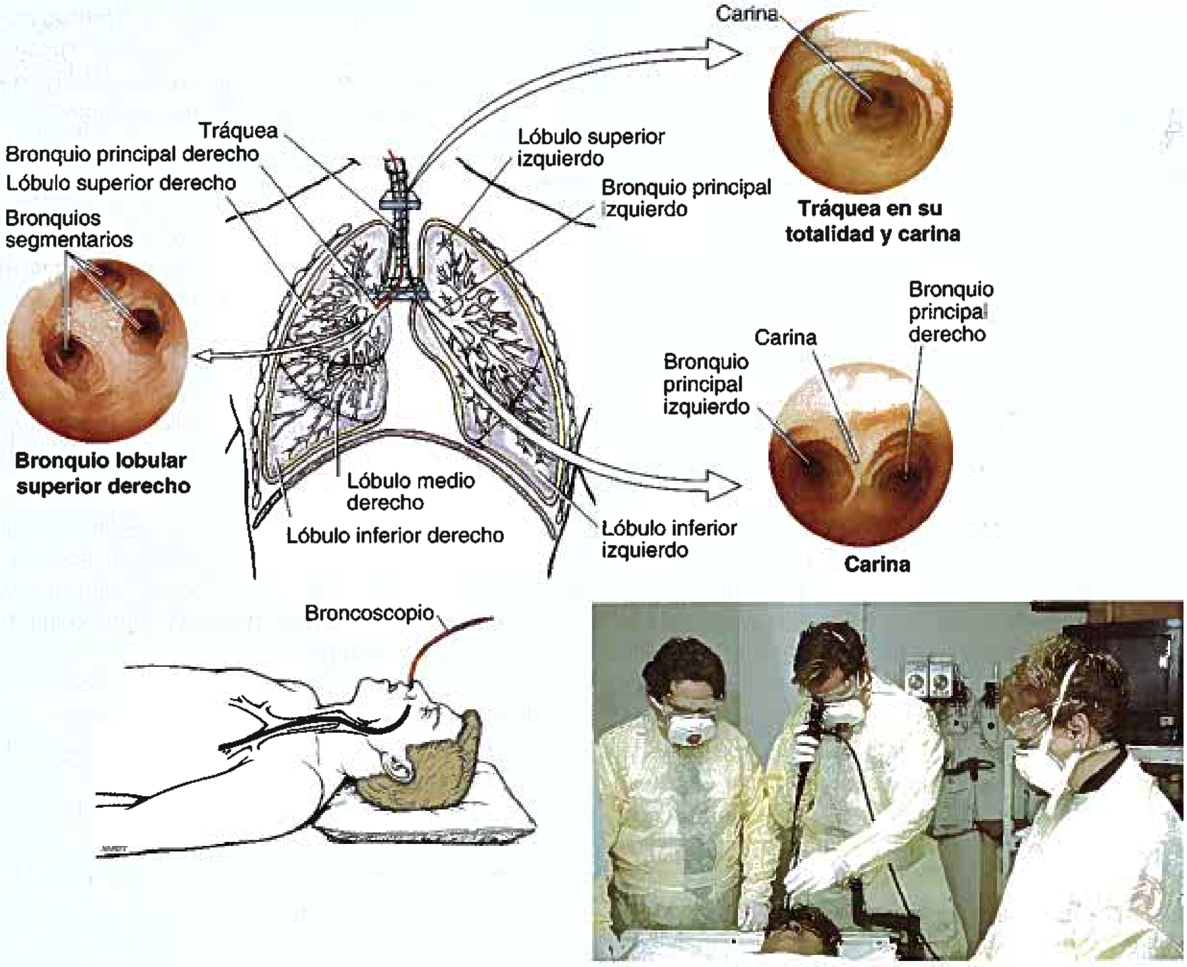

Carina
Tráquea
Bronquio principal derecho
Lóbulo superior derecho
Bronquios segmentarios
Lóbulo superior izquierdo
Bronquio principal izquierdo
Tráquea en su totalidad y carina
Bronquio principal derecho
Carina
Bronquio principal izquierdo
Bronquio lobular superior derecho
Lóbulo medio derecho
Lóbulo inferior derecho
Lóbulo inferior izquierdo
Carina
Broncoscopio

FIGURA C1-13. Broncoscopia.

(acumulaciones de pus), se localizan a menudo en un segmento broncopulmonar, que puede resecarse quirúrgicamente. Durante el tratamiento del *cáncer de pulmón*, el cirujano puede extirpar un pulmón entero (*neumectomía*), un lóbulo (*lobectomía*) o uno o más segmentos broncopulmonares (*segmentectomía*).

Atelectasias segmentarias

El bloqueo de un bronquio segmentario (fig. 1-35E; p. ej., por un objeto aspirado) impide que el aire llegue al segmento broncopulmonar que depende de él. El aire contenido en el segmento bloqueado se reabsorberá gradualmente en la sangre, y el segmento se colapsará. El segmento colapsado no requiere un aumento compensador en la cavidad pleural, ya que los segmentos adyacentes se expandirán para compensar el volumen reducido del segmento colapsado.

Embolia pulmonar

La obstrucción de una arteria pulmonar por un coágulo sanguíneo (*embolia*) es una causa común de morbilidad (enfermedad) y mortalidad. Un émbolo en una arteria pulmonar se forma cuando un coágulo sanguíneo, glóbulo de grasa o burbuja de aire viaja por la sangre hacia los pulmones desde una vena del miembro inferior, por ejemplo tras una fractura conminuta. El émbolo pasa por el lado derecho del corazón hacia un pulmón a través de una arteria pulmonar. Puede bloquear una arteria pulmonar (*embolia pulmonar*) o una de sus ramas. Las arterias pulmonares transportan toda la sangre que ha vuelto al corazón a través del sistema de las venas cavas. Por ello, el resultado inmediato de una embolia pulmonar es la obstrucción parcial o completa del flujo de sangre hacia el pulmón. La obstrucción hace que un sector del pulmón esté ventilado, pero no perfundido con sangre.

Cuando un gran émbolo ocluye una arteria pulmonar, la persona sufre *disnea aguda* debido a una importante disminución en la oxigenación de la sangre a causa del bloqueo del flujo sanguíneo a través del pulmón. En cambio, el lado derecho del corazón puede sufrir una dilatación aguda, ya que el volumen de sangre que llega desde el circuito sistémico no puede propulsarse por el circuito pulmonar (*cor pulmonale agudo*). En cualquier caso, la muerte puede sobrevenir en pocos minutos. Un émbolo de tamaño medio puede llegar a bloquear una arteria que irriga un segmento broncopulmonar y producir un *infarto pulmonar*, un área de tejido pulmonar necrótico (muerto).

En las personas físicamente activas, a menudo existe una circulación colateral —una vascularización indirecta accesoria— que se desarrolla aún más cuando se produce una embolia pulmonar, por lo que no es tan probable que sufran un infarto o, como mínimo, no tan grave. Son abundantes las anastomosis con ramas de las arterias bronquiales en la región de los bronquiolos terminales. En las personas con problemas circulatorios en el pulmón, como una *congestión crónica*, la embolia pulmonar suele provocar un infarto pulmonar. Cuando una zona de pleura visceral también queda sin aporte sanguíneo, se inflama (*pleuritis*) e irrita la sensible pleura parietal o se fusiona con ella, provocando dolor. El dolor de la pleura parietal se refiere a la distribución cutánea de los nervios intercostales para la pared torácica, o en el caso de los nervios inferiores a la pared anterior del abdomen.

Drenaje linfático y adherencias pleurales

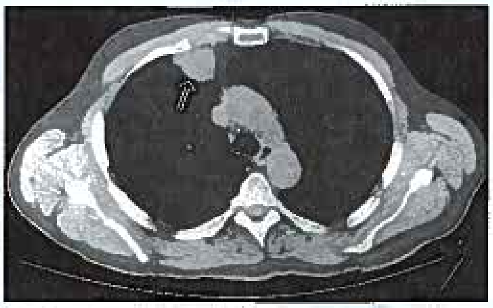
Si las hojas parietal y visceral de la pleura se adhieren (*adherencias pleurales*), los vasos linfáticos del pulmón y de la pleura visceral pueden *anastomosarse* (unirse) con vasos linfáticos parietales que drenan en los nódulos linfáticos axilares. La presencia de partículas de carbón en esos nódulos es un indicio de adherencias pleurales.

Hemoptisis

La expulsión de sangre o de esputos hemoptísico procedentes de los pulmones y/o del árbol bronquial se debe a hemorragias bronquiales o pulmonares. En cerca del 95 % de los casos, el sangrado procede de ramas de las arterias bronquiales. Las causas más comunes son *bronquitis* (inflamación de los bronquios), *cáncer de pulmón, neumonía, bronquiectasias, embolia pulmonar* y *tuberculosis*.

Carcinoma broncógeno

Originalmente, el término *carcinoma broncógeno* designaba específicamente al cáncer originado en los bronquios (normalmente un carcinoma [cáncer] escamoso o de células pequeñas), pero en la actualidad engloba todos los cánceres pulmonares. El **cáncer** —carcinoma— **de pulmón** está causado sobre todo por el humo del tabaco; la mayoría de los cánceres se originan en la mucosa de los bronquios mayores y provocan una tos persistente y productiva, o *hemoptisis* (escupir sangre). Las células malignas pueden detectarse en el esputo (material arrastrado por la saliva). El tumor principal, que se ve en las radiografías como una masa pulmonar en crecimiento (fig. C1-14), metastatiza rápidamente a los nódulos linfáticos broncopulmonares y posteriormente a otros nódulos torácicos. Los lugares donde se producen con frecuencia *metástasis hematógenas* (por diseminación sanguínea) de células cancerosas procedentes de un carcinoma broncógeno son el cerebro, los huesos, los pulmones y las glándulas suprarrenales. Las células tumorales probablemente acceden a la circulación sistémica invadiendo la pared de un sinusoide o de una vénula en el pulmón, y son transportadas a través de las venas pulmonares, el corazón izquierdo y la aorta a esas estructuras. A menudo, los nódulos linfáticos superiores a la clavícula —los *nódulos linfáticos supraclaviculares*— están agrandados cuando se forma un carcinoma broncógeno, debido a las metástasis de células cancerosas desde el tumor. Por ello, a los nódulos supraclaviculares se les denominó en su momento *nódulos (ganglios) linfáticos centinelas*, ya que su aumento de tamaño podía alertar a los médicos de la posible presencia de una enfermedad maligna en órganos torácicos y/o abdominales. Más recientemente, el término nódulo (ganglio) centinela se ha aplicado al nódulo o nódulos que reciben primero la linfa de una zona donde hay un cáncer, independientemente de su localización, tras la inyección de un colorante azul que contiene un marcador radiactivo (tecnecio 99).



Carcinoma pulmonar: imagen de TC que muestra una masa localizada en el segmento anterior del lóbulo superior derecho *(flecha)* adyacente a la pleura.

FIGURA C1-14. Cáncer de pulmón.

Cáncer de pulmón y nervios mediastínicos

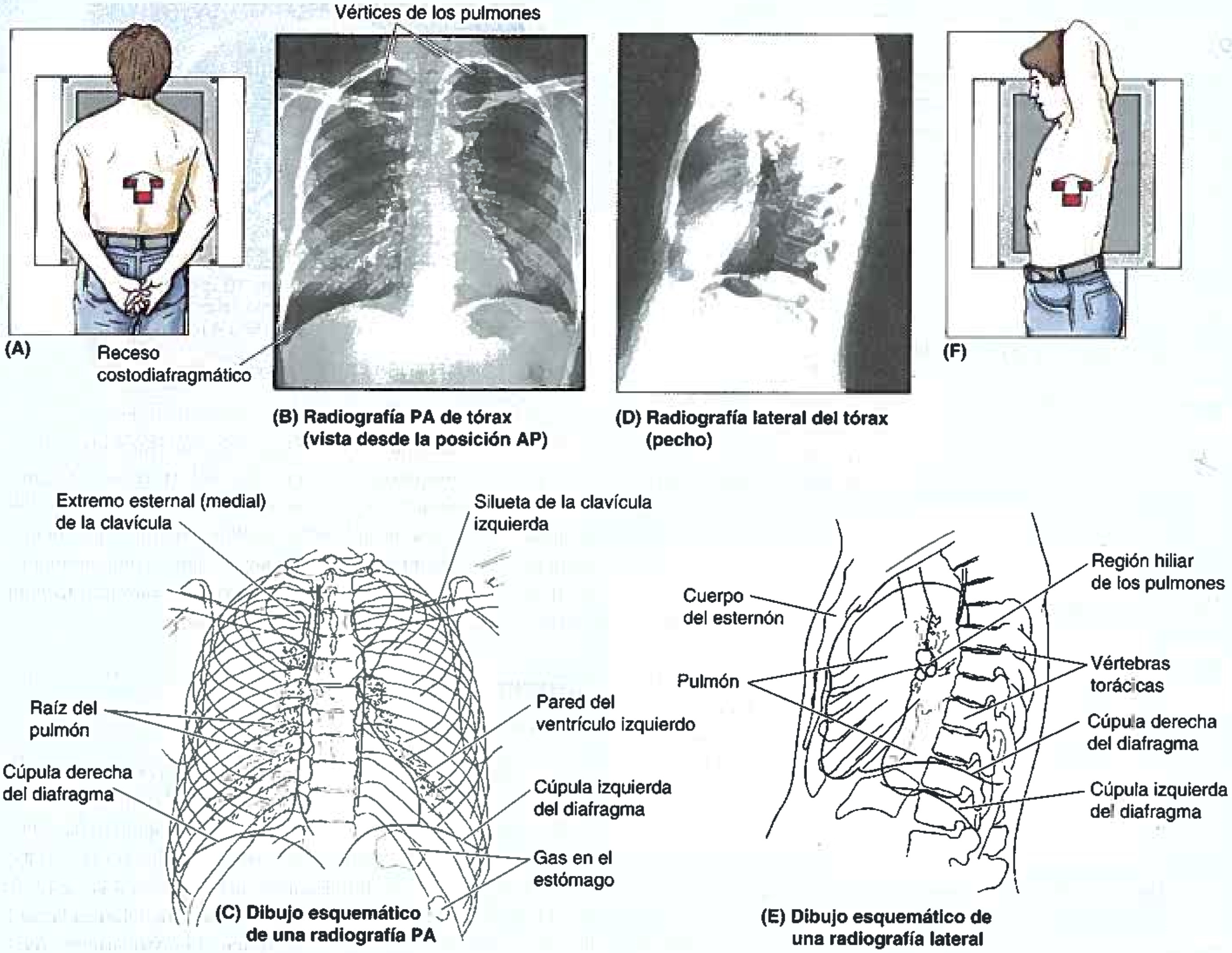
Si un cáncer de pulmón afecta a un nervio frénico puede producir la parálisis de una mitad del diafragma (hemidiafragma). Debido a la estrecha relación que hay entre el *nervio laríngeo recurrente* y el vértice del pulmón (fig. 1-33C), este nervio puede verse implicado en los *carcinomas apicales del pulmón*. La implicación suele provocar ronquera debido a la parálisis de un pliegue (cuerda) vocal, ya que el nervio laríngeo recurrente inerva todos los músculos laríngeos, menos uno.

Dolor pleural

La pleura visceral es insensible al dolor debido a que no recibe inervación sensitiva general. La pleura parietal, en especial la pleura costal, es muy sensible al dolor, debido a que está profusamente inervada por ramos de los nervios intercostales y frénicos. La irritación de la pleura parietal produce dolor local y dolor referido que se proyecta a los dermatomas inervados por los mismos ganglios sensitivos de los nervios espinales y segmentos de la médula espinal. La irritación de las porciones costal y periférica de la pleura diafragmática produce dolor local y dolor referido a lo largo de los dermatomas de las paredes torácica y abdominal. La irritación de las áreas mediastínica y diafragmática central de la pleura parietal produce un dolor que se refiere a la raíz del cuello y por encima del hombro (dermatomas C3-5).

Radiografías del tórax

El estudio radiográfico más frecuente del tórax es la **proyección posteroanterior** (fig. C1-15A), que obtiene una **radiografía posteroanterior** (fig. C1-15B) que se utiliza fundamentalmente para examinar las estructuras torácicas



(B) Radiografía PA de tórax (vista desde la posición AP)

(D) Radiografía lateral del tórax (pecho)

(C) Dibujo esquemático de una radiografía PA

(E) Dibujo esquemático de una radiografía lateral

Vértices de los pulmones
(A)
Receso costodiafragmático
(F)
Extremo esternal (medial) de la clavícula
Silueta de la clavícula izquierda
Raíz del pulmón
Pared del ventrículo izquierdo
Cúpula derecha del diafragma
Cúpula izquierda del diafragma
Gas en el estómago
Cuerpo del esternón
Pulmón
Región hiliar de los pulmones
Vértebras torácicas
Cúpula derecha del diafragma
Cúpula izquierda del diafragma

FIGURA C1-15. **Radiografía torácica. A.** Orientación para la proyección posteroanterior (PA) (*flecha* = haz de rayos X). **B.** Radiografía PA de tórax (vista desde la posición anteroposterior [AP]). **C.** Dibujo esquemático de una radiografía PA. **D.** Radiografía lateral del tórax (pecho). **E.** Dibujo esquemático de una radiografía lateral. **F.** Orientación para una radiografía lateral (*flecha* = haz de rayos X).

respiratorias y cardiovasculares, así como la pared del tórax. El radiólogo o el técnico colocan al paciente con la cara anterior del tórax apoyada en el detector de rayos X o en el cartucho de película, y se rotan los hombros anteriormente para apartar las escápulas de las porciones superiores de los pulmones (fig. C1-15A). El sujeto hace una inspiración profunda y retiene el aire. La inspiración profunda hace que desciendan las cúpulas del diafragma, llena los pulmones de aire (haciéndolos más radiolúcidos) y desplaza los bordes inferiores de los pulmones hacia los recesos costodiafragmáticos. Los bordes inferiores deben verse como ángulos agudos, bien definidos. Los derrames pleurales que se acumulan en ese lugar impiden que el borde inferior descienda hasta el receso, y la densidad aérea normal radiolúcida es sustituida por una radiopacidad neblinosa. Los trastornos lobulares, como la neumonía, aparecen como áreas localizadas, relativamente radiodensas, que contrastan con el aspecto radiolúcido del resto del pulmón.

Una radiografía posteroanterior, que se mira como si estuviésemos enfrente del paciente (una **vista anteroposterior**), es una combinación de las imágenes producidas por los tejidos blandos y los huesos de la pared del tórax. Los tejidos blandos, como los de las mamas, proyectan sombras de distinta densidad, dependiendo de su composición y de su grosor. Paralelas a los bordes superiores de las clavículas se observan las sombras proyectadas por la piel y el tejido subcutáneo que cubre esos huesos. Son visibles las clavículas, las costillas y las vértebras cervicales inferiores y torácicas superiores. En las radiografías posteroanteriores, la mayoría de las costillas destacan claramente sobre el fondo relativamente radiolúcido de los pulmones (fig. C1-15B y C). Las costillas inferiores tienden a quedar ocultas por el diafragma y el contenido del abdomen superior (p. ej., el hígado), dependiendo de la fase de la respiración en que se efectuó la radiografía. Normalmente, en estas proyecciones sólo se ven los bordes laterales del manubrio esternal. Las vértebras torácicas inferiores quedan más o menos ocultas por el esternón y el mediastino. Excepcionalmente pueden observarse costillas cervicales, costillas ausentes, costillas bífidas y costillas fusionadas. En ocasiones, los cartílagos costales están calcificados en las personas de edad avanzada (especialmente los cartílagos inferiores).

En las proyecciones PA, las cúpulas derecha e izquierda del diafragma están separadas por el centro tendinoso, que queda oculto por el corazón. La cúpula diafragmática derecha, formada por el hígado situado debajo, suele situarse medio espacio intercostal más alta que la cúpula izquierda. Debido a su baja densidad, los pulmones son relativamente radiolúcidos comparados con las estructuras circundantes. Los pulmones tienen una densidad radiológica parecida a la del aire, por lo que producen unas zonas radiolúcidas pares. En las proyecciones posteroanteriores, los pulmones no pueden verse por debajo de las cúpulas del diafragma, ni anterior y posteriormente al mediastino. En el hilio de cada pulmón pueden verse las arterias pulmonares. Los vasos intrapulmonares tienen un calibre ligeramente mayor en los lóbulos inferiores. Las secciones transversales de los bronquios llenos de aire se ven como centros radiolúcidos rodeados por una fina pared.

Las zonas poco claras en las proyecciones posteroanteriores suelen verse bien en las radiografías laterales. En las **proyecciones laterales** son visibles las vértebras torácicas medias e inferiores, aunque quedan parcialmente ocultas por las costillas (fig. C1-15D y F). También pueden verse las tres porciones del esternón. Las **radiografías laterales** permiten observar mejor una lesión o anomalía que sólo afecte a un lado del tórax. En una proyección lateral, suelen verse las dos cúpulas del diafragma cuando se arquean superiormente desde el esternón. Las radiografías laterales se obtienen con proyecciones laterales, colocando un lado del tórax contra el cartucho de película o el detector de rayos X, y con los miembros superiores elevados por encima de la cabeza (fig. C1-15F).

Puntos fundamentales

PLEURAS, PULMONES Y ÁRBOL TRAQUEOBRONQUIAL

Pleuras. La cavidad torácica se divide en tres compartimientos: dos cavidades pulmonares bilaterales que están totalmente separadas por un mediastino central. ♦ Las cavidades pulmonares están tapizadas por completo por la pleura parietal membranosa que se refleja en los pulmones y sus raíces, convirtiéndose en pleura visceral que recubre íntimamente la superficie externa de los pulmones. ♦ La cavidad pleural entre las dos hojas del saco pleural está vacía, pero contiene una película lubricante de líquido pleural. Este líquido pleural evita el colapso de los pulmones y permite su expansión cuando el tórax se expande para la inhalación. ♦ La mayor parte de la pleura parietal se denomina según las estructuras que cubre: porciones costal, mediastínica y diafragmática. ♦ La pleura cervical se extiende hacia la raíz del cuello formando una cúpula por encima de la cara anterior de la 1.ª costilla y la clavícula. ♦ La pleura parietal es sensible y está inervada por los nervios frénicos e intercostales. ♦ Debido a que los pulmones no ocupan totalmente las cavidades pulmonares y debido a la protrusión del diafragma y de las vísceras abdominales subyacentes, se forma por dentro de la abertura torácica inferior un surco periférico —el receso costodiafragmático. Los líquidos extrapulmonares (exudados) se acumulan en este espacio cuando el tronco está en posición vertical.

Pulmones. Los pulmones son los órganos vitales de la respiración, en los cuales la sangre venosa intercambia oxígeno y dióxido de carbono con cada movimiento de flujo y reflujo. ♦ El aire y la sangre llegan a cada pulmón por su raíz, que consta de una arteria y una vena pulmonar, y por un bronquio principal y sus ramas/tributarias que entran en el pulmón por su hilio. ♦ Ambos pulmones tienen forma piramidal, con un vértice, una base, tres caras y tres bordes. ♦ El pulmón derecho tiene tres lóbulos separados por las fisuras horizontal y oblicua. ♦ El pulmón izquierdo tiene dos lóbulos, separados por una fisura oblicua, y presenta una marcada escotadura cardíaca en su borde anterior debido al emplazamiento asimétrico del corazón.

Árbol traqueobronquial. El árbol traqueobronquial se caracteriza macroscópicamente por el cartílago de sus paredes. ♦ La bifurcación de la tráquea (al nivel del ángulo del esternón) es asimétrica: el bronquio principal derecho es más vertical y de mayor calibre que el izquierdo. ♦ Los bronquios y arterias pulmonares tienen un recorrido y una ramificación común: cada bronquio/arteria principal abastece un pulmón, las ramificaciones lobulares secundarias abastecen a los dos lóbulos izquierdos y a los tres derechos, y la ramificación terciaria abastece los 8-10 segmentos pulmonares de cada pulmón. ♦ El segmento broncopulmonar es la división resecable más pequeña del pulmón. ♦ Las venas pulmonares tienen recorridos intersegmentarios independientes, drenando segmentos broncopulmonares adyacentes. ♦ Las estructuras de la raíz del pulmón y los tejidos de sostén (y parte del esófago) están irrigados por las arterias bronquiales. ♦ El drenaje linfático de los pulmones sigue un recorrido muy predecible, con la mayor parte del pulmón derecho y el lóbulo superior del pulmón izquierdo que siguen rutas homolaterales hacia el tronco linfático derecho y el conducto torácico. Sin embargo, la mayor parte del drenaje del lóbulo inferior izquierdo pasa a la ruta derecha. Las fibras nerviosas de los plexos pulmonares son autonómicas (fibras parasimpáticas vagales broncoconstrictoras y secretomotoras; fibras simpáticas inhibidoras y vasoconstrictoras) y aferentes viscerales (reflejas y dolor).

Visión general del mediastino

El **mediastino,** ocupado por la masa de tejido situada entre las dos cavidades pulmonares, es el compartimiento central de la cavidad torácica (fig. 1-42). Está cubierto en cada lado por la *pleura mediastínica* y contiene todas las vísceras y estructuras torácicas, excepto los pulmones. El mediastino se extiende desde la abertura torácica superior hasta el diafragma inferiormente, y desde el esternón y los cartílagos costales anteriormente hasta los cuerpos de las vértebras torácicas posteriormente. A diferencia de la rígida estructura que se observa en el cadáver embalsamado, en el vivo el mediastino es una región de gran movilidad debido a que consta

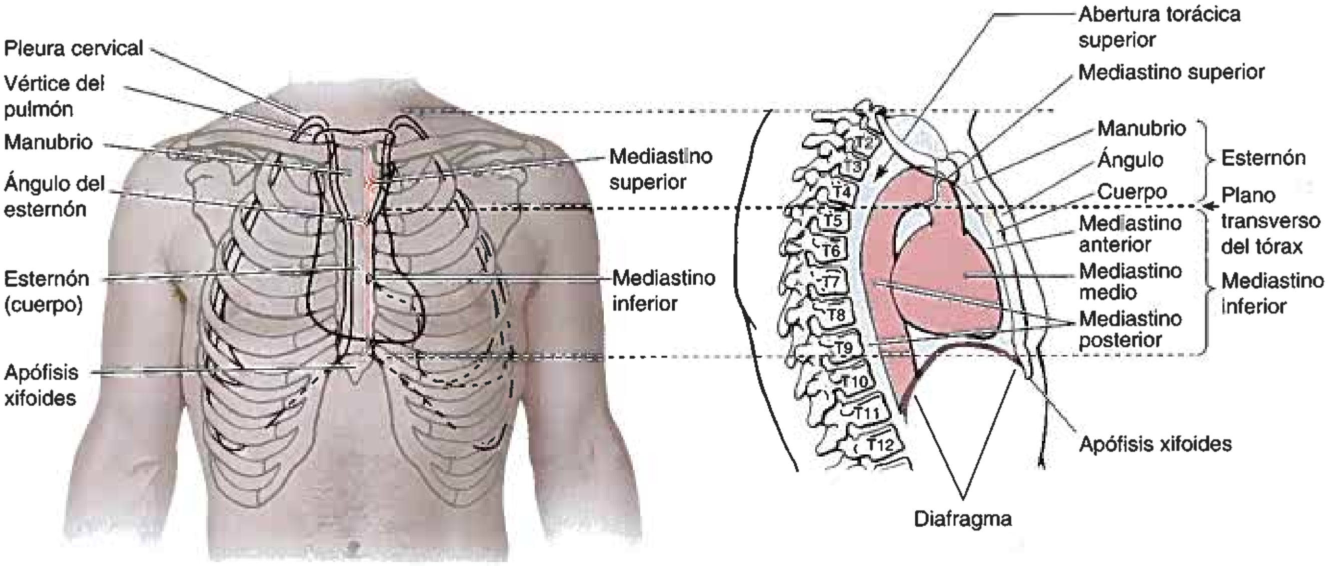


FIGURA 1-42. Subdivisiones y niveles del mediastino. Se muestran las subdivisiones del mediastino como si el individuo estuviese en posición de decúbito supino. El nivel de las vísceras respecto a las subdivisiones definidas por los puntos de referencia de la caja torácica depende de la posición del individuo, debido a que los tejidos blandos del mediastino caen por la fuerza de la gravedad.

fundamentalmente de estructuras viscerales huecas (llenas de líquido o de aire) unidas sólo por tejido conectivo laxo, a menudo infiltrado por grasa. Las estructuras principales del mediastino también están rodeadas de vasos sanguíneos y linfáticos, nódulos linfáticos, nervios y grasa.

La laxitud del tejido conectivo y la elasticidad de los pulmones y la pleura parietal a cada lado del mediastino le permiten acomodarse al movimiento, así como a los cambios de volumen y presión en la cavidad torácica como, por ejemplo, los producidos por los movimientos del diafragma, la pared torácica y el árbol traqueobronquial durante la respiración, la contracción (latido) del corazón y las pulsaciones de las grandes arterias o el paso a través del esófago de las sustancias ingeridas. El tejido conectivo se hace más fibroso y rígido con la edad; de ahí que las estructuras mediastínicas se vuelvan menos móviles. Con finalidad descriptiva, el mediastino se divide en dos partes: superior e inferior (fig 1-42).

El **mediastino superior** se extiende inferiormente desde la abertura torácica superior hasta el plano horizontal que incluye el ángulo del esternón anteriormente y pasa aproximadamente a través del disco intervertebral entre T4 y T5 posteriormente, que a menudo se conoce como **plano transverso del tórax.** El **mediastino inferior** —entre el plano transverso del tórax y el diafragma— está a su vez dividido por el pericardio en tres partes: anterior, medio y posterior. El pericardio y su contenido (corazón y raíces de los grandes vasos) forman el **mediastino medio.** Algunas estructuras, como el esófago, pasan verticalmente a través del mediastino y, por tanto, se extienden por más de un compartimiento mediastínico.

Pericardio

El mediastino medio contiene el pericardio, el corazón y las raíces de los grandes vasos (fig. 1-34) —aorta ascendente, tronco pulmonar y VCS— que salen y entran al corazón.

El **pericardio** es una membrana fibroserosa que cubre el corazón y el inicio de los grandes vasos (figs. 1-33B y 1-43). El pericardio es un saco cerrado compuesto por dos capas. La capa externa es resistente, el *pericardio fibroso*, y se continúa con el centro tendinoso del diafragma (fig. 1-32). La superficie interna del pericardio fibroso está tapizada por una membrana serosa brillante, la **lámina parietal del pericardio seroso.** Esta lámina se refleja sobre el corazón y los grandes vasos (aorta, tronco y venas pulmonares, y venas cavas superior e inferior) como **lámina visceral del pericardio seroso.** El *pericardio seroso* se compone principalmente de mesotelio, una capa única de células aplanadas que forman un epitelio que tapiza tanto la superficie interna del pericardio fibroso como la superficie externa del corazón. El pericardio fibroso:

- Se continúa superiormente con la *túnica adventicia* de los grandes vasos que entran y salen del corazón, y con la lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda.
- Está insertado anteriormente en la superficie posterior del esternón mediante los *ligamentos esternopericárdicos*, que tienen un desarrollo muy variable.
- Está unido posteriormente a las estructuras del mediastino posterior por tejido conectivo laxo.
- Se continúa inferiormente con el centro tendinoso del diafragma (fig. 1-43C y D).

La pared inferior (suelo) del saco pericárdico fibroso está firmemente insertada y confluye centralmente (entremezclándose parcialmente) con el centro tendinoso del diafragma. Este lugar de continuidad se ha denominado **ligamento pericardiofrénico;** sin embargo, el pericardio fibroso y el centro tendinoso no son estructuras separadas que se fusionan secundariamente, ni son separables por disección. Como resultado de estas inserciones descritas, el corazón está relativamente bien sujeto dentro de este saco fibroso. El pericardio está influido por los movimientos del corazón y los grandes vasos, el esternón y el diafragma.

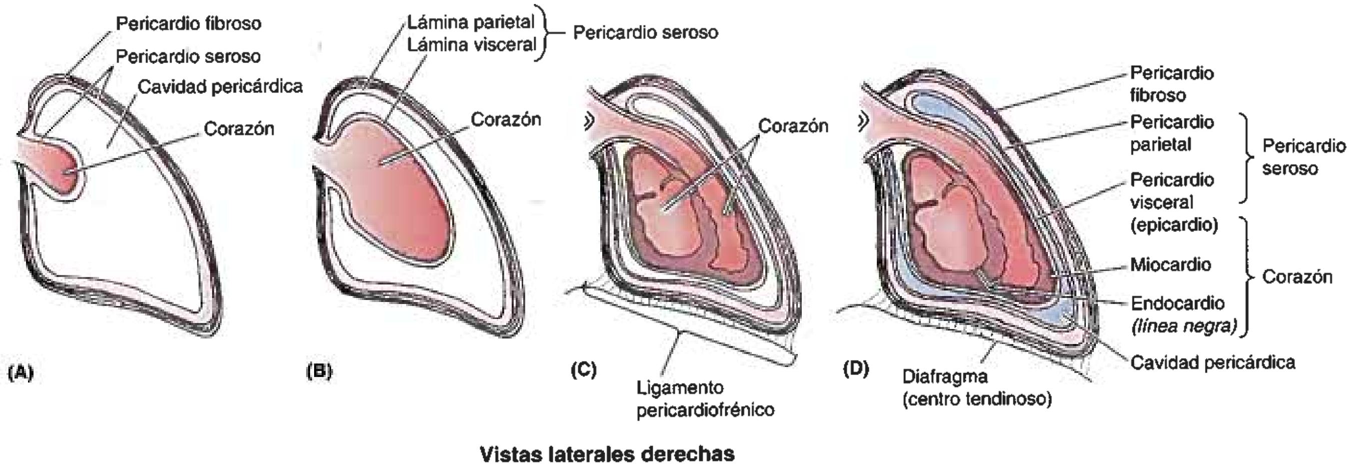


FIGURA 1-43. **Corazón y pericardio. A.** El corazón ocupa el mediastino medio y está rodeado por el pericardio, compuesto por dos partes. El pericardio externo, fibroso y resistente, estabiliza el corazón y ayuda a evitar su dilatación excesiva. Entre el pericardio fibroso y el corazón hay un saco «colapsado», el pericardio seroso. El corazón embrionario invagina la pared del saco seroso **(B)** y pronto prácticamente oblitera la cavidad pericárdica **(C)**, dejando únicamente un espacio potencial entre las láminas del pericardio seroso. **C** y **D.** El ligamento pericardiofrénico es la continuación del pericardio fibroso con el centro tendinoso del diafragma.

Dentro del saco pericárdico, el corazón y las raíces de los grandes vasos se relacionan anteriormente con el esternón, los cartílagos costales y las extremidades anteriores de las costillas 3.ª-5.ª en el lado izquierdo (fig. 1-44). El corazón y el saco pericárdico están situados oblicuamente, unos dos tercios a la izquierda y un tercio a la derecha del plano medio. Si giramos la cabeza a la izquierda aproximadamente 45° sin rotar los hombros, la rotación de la cabeza se aproxima a la rotación relativa del corazón en relación con el tronco.

El pericardio fibroso protege al corazón frente a los sobrellenados repentinos debido a que no es flexible y está íntimamente relacionado con los grandes vasos que lo perforan superiormente. La aorta ascendente arrastra al pericardio superiormente más allá del corazón hasta el nivel del ángulo del esternón.

La **cavidad pericárdica** es el espacio potencial entre las capas enfrentadas de las láminas parietal y visceral del pericardio seroso. Normalmente contiene una delgada película de líquido que permite al corazón moverse y latir en un entorno sin fricciones.

La *lámina visceral del pericardio seroso* forma el *epicardio*, la más externa de las tres capas de la pared del corazón. Se extiende sobre el inicio de los grandes vasos, para continuarse con la lámina parietal del pericardio seroso, *1*) donde la aorta y el tronco pulmonar abandonan el corazón y *2*) donde la VCS, la vena cava inferior (VCI) y las venas pulmonares entran en el corazón. El **seno transverso del pericardio** es un conducto que discurre transversalmente dentro de la cavidad pericárdica entre estos dos grupos de vasos y las reflexiones del pericardio seroso alrededor de ellos. La reflexión del pericardio seroso alrededor del segundo grupo de vasos define el *seno oblicuo del pericardio*. Estos senos pericárdicos se forman durante el desarrollo embrionario del corazón como consecuencia del plegamiento del tubo cardíaco primitivo. A medida que se pliega el tubo cardíaco, su extremo venoso se desplaza posterosuperiormente (fig. 1-45) de manera que el extremo venoso del tubo se sitúa adyacente al extremo arterial, separado sólo por el seno transverso del pericardio (fig. 1-46). Por tanto, el seno transverso es posterior a las porciones intrapericárdicas del tronco pulmonar y de la aorta ascendente, anterior a la VCS y superior a las aurículas (atrios) del corazón.

A medida que se desarrollan y expanden las venas del corazón, la reflexión pericárdica que las rodea forma el **seno oblicuo del pericardio,** un receso ancho en forma de fondo de saco en la cavidad pericárdica posterior a la base (cara posterior) del corazón, formado por la aurícula (atrio) izquierda (figs. 1-45 y 1-46). El seno oblicuo está limitado lateralmente por las reflexiones pericárdicas que rodean las venas pulmonares y la VCI, y posteriormente por el pericardio que cubre la cara anterior del esófago. El seno oblicuo puede ser accesible inferiormente y admitirá varios dedos; no obstante, los dedos no pueden deslizarse alrededor de dichas estructuras ya que este seno es un fondo de saco ciego.

La **irrigación arterial del pericardio** (fig. 1-47) procede principalmente de una rama delgada de la arteria torácica interna, la **arteria pericardiofrénica,** que a menudo acompaña o como mínimo es paralela al nervio frénico hasta el diafragma. Otras pequeñas contribuciones vasculares para el pericardio proceden de:

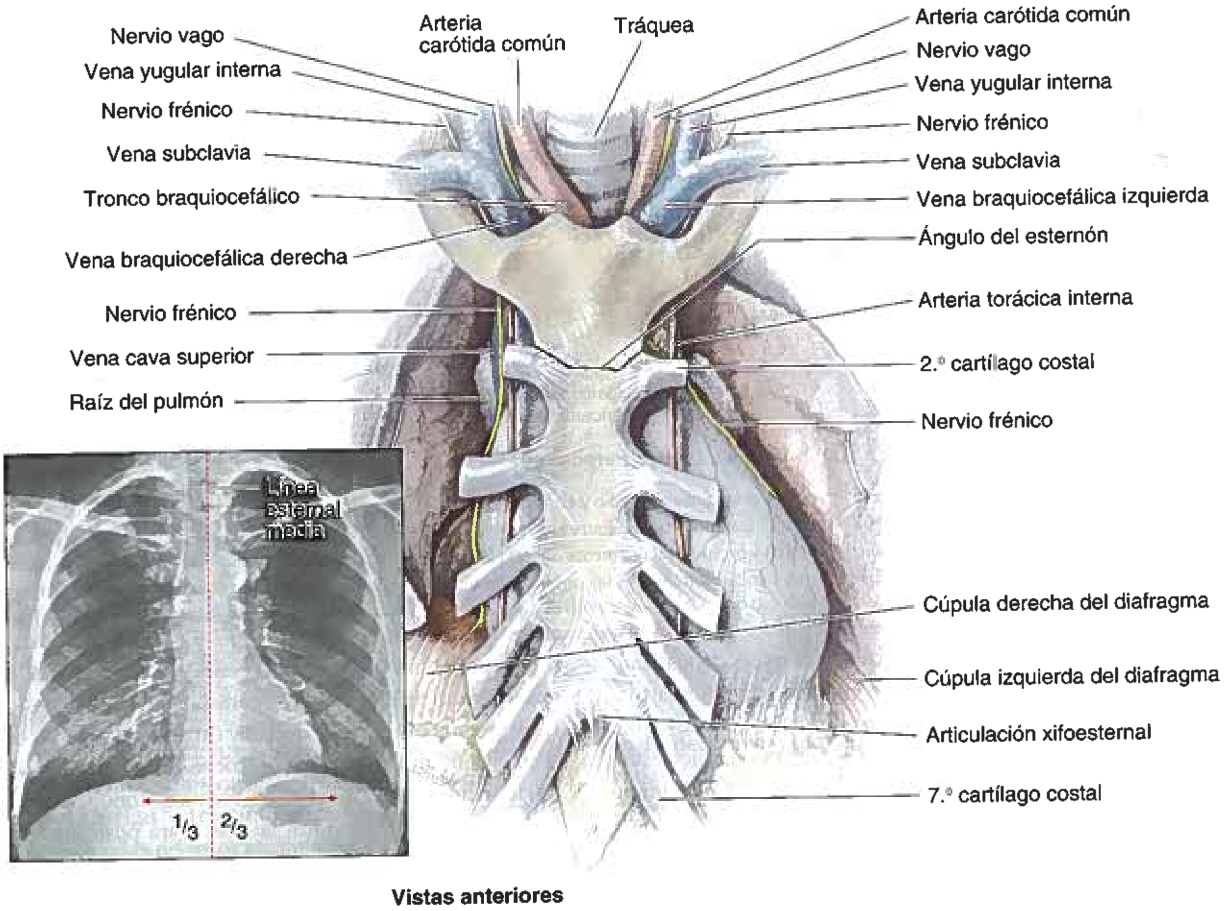
- La *arteria musculofrénica,* una rama terminal de la arteria torácica interna.
- Las *arterias bronquiales, esofágicas* y *frénicas superiores,* ramas de la aorta torácica.
- Las *arterias coronarias* (sólo irrigan la lámina visceral del pericardio seroso), las primeras ramas de la aorta.

El **drenaje venoso del pericardio** está a cargo de:

- Las *venas pericardiofrénicas*, tributarias de las venas braquiocefálicas (o de las venas torácicas internas).
- Tributarias variables del *sistema venoso ácigos* (se tratará más adelante en este capítulo).

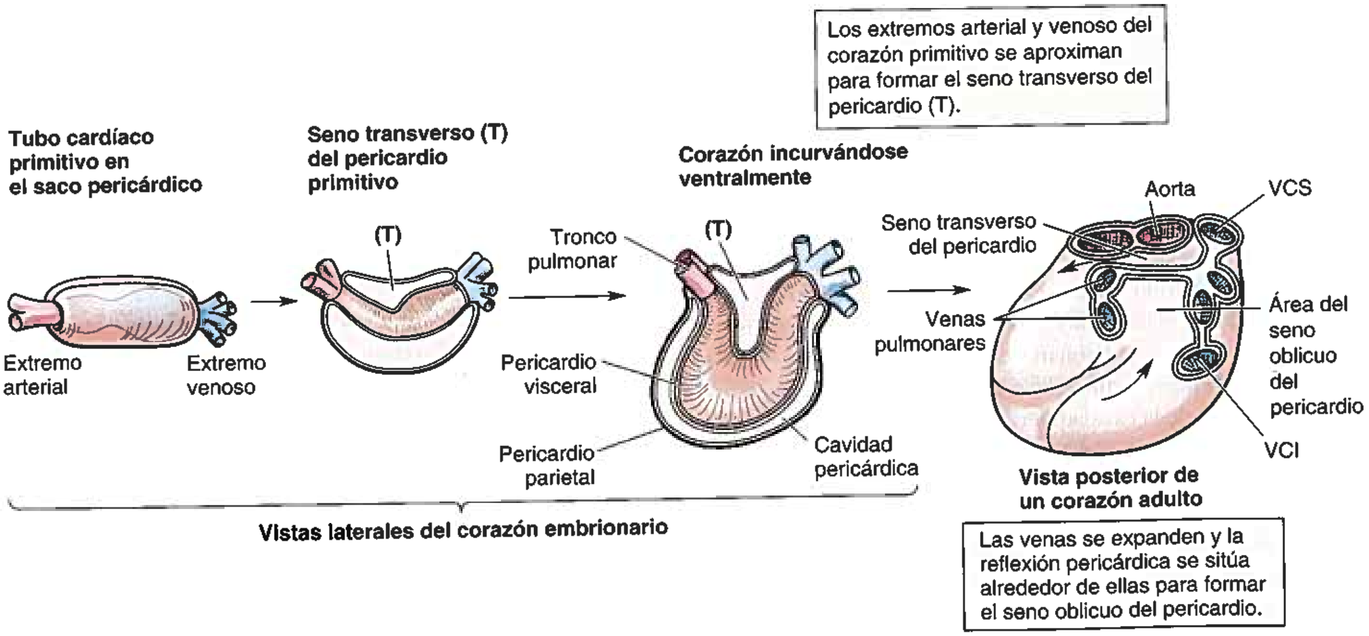
La **inervación del pericardio** procede de:

- Los *nervios frénicos* (C3-5), fuente principal de fibras sensitivas; las sensaciones dolorosas transportadas por estos nervios frecuentemente son referidas hacia la piel (dermatomas C3-5)


Nervio vago
Vena yugular interna
Nervio frénico
Vena subclavia
Tronco braquiocefálico
Vena braquiocefálica derecha
Nervio frénico
Vena cava superior
Raíz del pulmón
Arteria carótida común
Tráquea
Arteria carótida común
Nervio vago
Vena yugular interna
Nervio frénico
Vena subclavia
Vena braquiocefálica izquierda
Ángulo del esternón
Arteria torácica interna
2.º cartílago costal
Nervio frénico
Cúpula derecha del diafragma
Cúpula izquierda del diafragma
Articulación xifoesternal
7.º cartílago costal
Línea esternal media
1/3
2/3

Vistas anteriores

FIGURA 1-44. **Saco pericárdico en relación con el esternón y los nervios frénicos.** Esta disección expone el saco pericárdico posterior al cuerpo del esternón, desde justo superior al ángulo del esternón hasta el nivel de la articulación xifoesternal. El saco pericárdico (y por tanto el corazón) se sitúa aproximadamente un tercio a la derecha de la línea esternal media y dos tercios a la izquierda *(recuadro)*.


Tubo cardíaco primitivo en el saco pericárdico
Extremo arterial
Extremo venoso
Seno transverso (T) del pericardio primitivo
(T)
Tronco pulmonar
Corazón incurvándose ventralmente
(T)
Pericardio visceral
Pericardio parietal
Cavidad pericárdica
Vistas laterales del corazón embrionario
Seno transverso del pericardio
Aorta
VCS
Venas pulmonares
Área del seno oblicuo del pericardio
VCI
Vista posterior de un corazón adulto

Los extremos arterial y venoso del corazón primitivo se aproximan para formar el seno transverso del pericardio (T).

Las venas se expanden y la reflexión pericárdica se sitúa alrededor de ellas para formar el seno oblicuo del pericardio.

FIGURA 1-45. **Desarrollo del corazón y el pericardio.** El tubo cardíaco embrionario longitudinal invagina el saco pericárdico de doble capa (de modo parecido a una salchicha se introduce en un panecillo). Luego, el tubo cardíaco primitivo forma ventralmente un «asa», que aproxima los extremos arterial y venoso del tubo formando el esbozo del seno transverso del pericardio (T) entre ellos. Con el crecimiento del embrión, las venas se expanden y extienden inferior y lateralmente. El pericardio reflejado alrededor de ellas forma los límites del seno oblicuo del pericardio. VCI, vena cava inferior; VCS, vena cava superior.

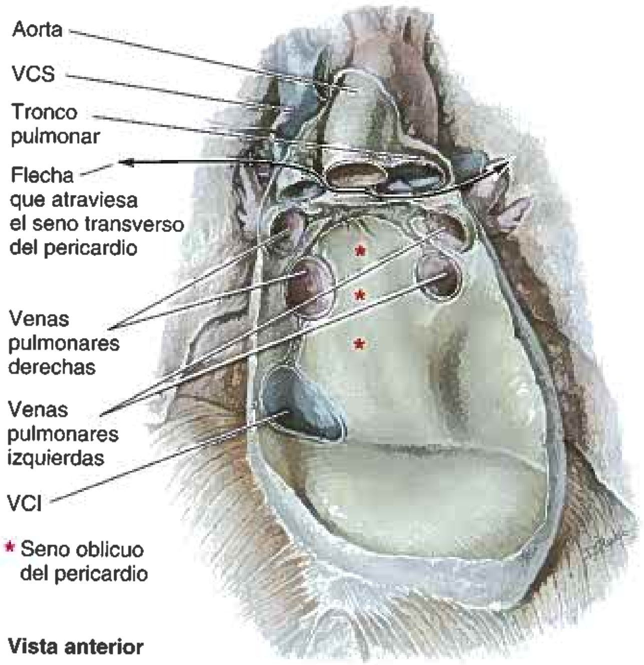

Aorta
VCS
Tronco pulmonar
Flecha que atraviesa el seno transverso del pericardio
Venas pulmonares derechas
Venas pulmonares izquierdas
VCI
* Seno oblicuo del pericardio
Vista anterior

FIGURA 1-46. **Interior del saco pericárdico.** Para extraer el corazón del saco pericárdico se han cortado los ocho vasos que atraviesan el saco. El seno oblicuo del pericardio está delimitado por cinco venas. La vena cava superior (VCS), el tronco pulmonar y especialmente la aorta tienen partes intrapericárdicas. El pico del saco pericárdico se sitúa en la confluencia de la aorta ascendente y el arco de la aorta. El seno transverso del pericardio está limitado anteriormente por el pericardio seroso que recubre la cara posterior del tronco pulmonar y la aorta ascendente, posteriormente por el que recubre la VCS, e inferiormente por el pericardio visceral que recubre las aurículas (atrios) del corazón. VCI, vena cava inferior.

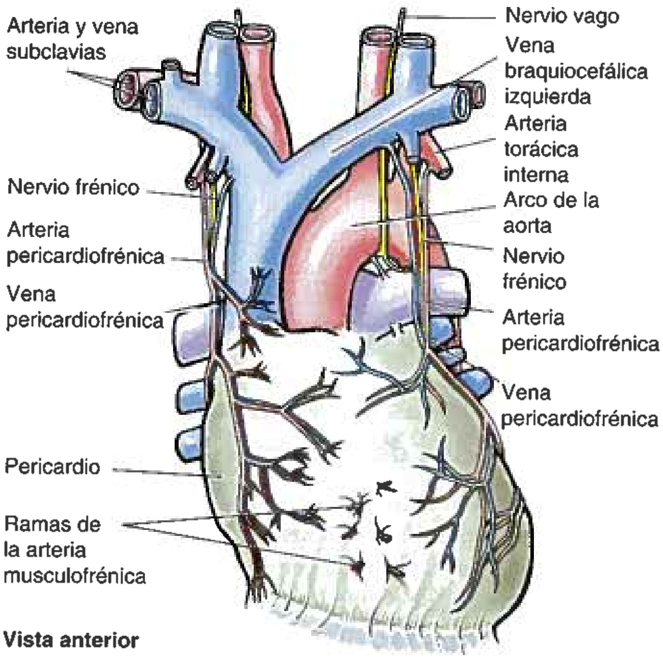

Arteria y vena subclavias
Nervio frénico
Arteria pericardiofrénica
Vena pericardiofrénica
Pericardio
Ramas de la arteria musculofrénica
Vista anterior
Nervio vago
Vena braquiocefálica izquierda
Arteria torácica interna
Arco de la aorta
Nervio frénico
Arteria pericardiofrénica
Vena pericardiofrénica

FIGURA 1-47. **Irrigación arterial y drenaje venoso del pericardio.** Las arterias del pericardio provienen fundamentalmente de las arterias torácicas internas, con una contribución menor de sus ramas musculofrénicas y de la aorta torácica. Las venas son tributarias de las venas braquiocefálicas.

de la región supraclavicular homolateral (extremo superior del hombro del mismo lado).

- Los *nervios vagos*, de función indeterminada.
- Los *troncos simpáticos*, vasomotores.

La inervación del pericardio por los nervios frénicos, y el recorrido de estos *nervios somáticos* entre el corazón y los pulmones, no se comprenden bien sin considerar el desarrollo embrionario del pericardio fibroso. Una membrana (*membrana pleuropericárdica*) que incluye el nervio frénico es separada de la pared corporal en formación por las cavidades pleurales en desarrollo, que se extienden para alojar los pulmones en rápido crecimiento (fig. 1-48). Los pulmones se desarrollan dentro de los conductos pericardioperitoneales que discurren a ambos lados del intestino anterior, que conectan las cavidades torácica y abdominal a cada lado del septo transverso. Los conductos (cavidades pleurales primitivas) son demasiado pequeños para alojar a los pulmones en su rápido crecimiento, y comienzan a invadir el mesénquima de

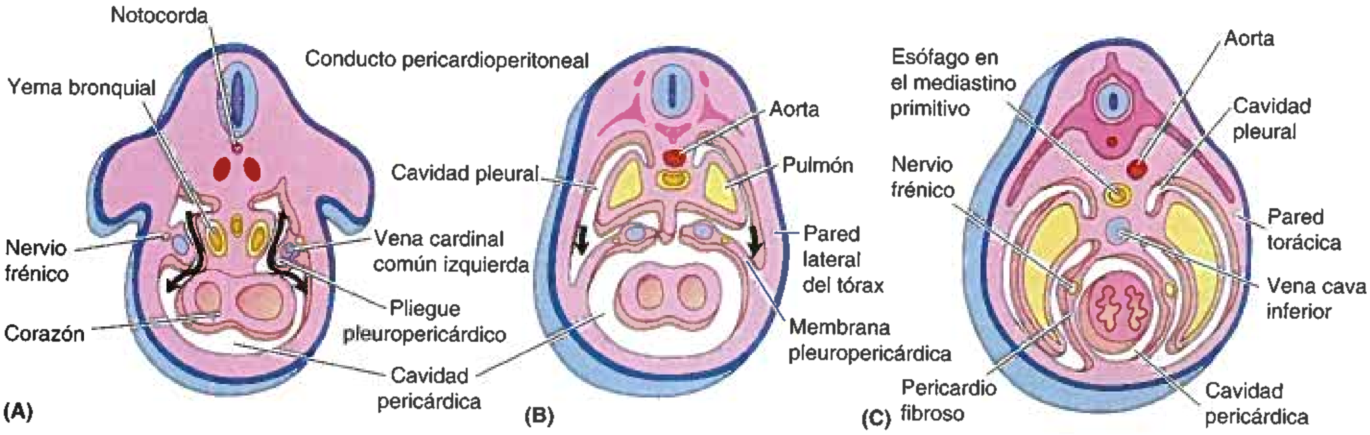

Notocorda
Yema bronquial
Conducto pericardioperitoneal
Nervio frénico
Corazón
Vena cardinal común izquierda
Pliegue pleuropericárdico
Cavidad pericárdica
(A)
Cavidad pleural
Aorta
Pulmón
Pared lateral del tórax
Membrana pleuropericárdica
(B)
Esófago en el mediastino primitivo
Nervio frénico
Pericardio fibroso
(C)
Aorta
Cavidad pleural
Pared torácica
Vena cava inferior
Cavidad pericárdica

FIGURA 1-48. **Desarrollo del pericardio fibroso y reubicación del nervio frénico.** El crecimiento exuberante de los pulmones en el interior de las cavidades pleurales primitivas (conductos pleuroperitoneales) divide los pliegues pleuropericárdicos desde la pared corporal, creando las membranas pleuropericárdicas. Las membranas incluyen al nervio frénico y se convierten en el pericardio fibroso que encierra el corazón y separa las cavidades pleural y pericárdica.

la pared corporal posteriormente, lateralmente y anteriormente, separándolo en dos capas: una capa exterior que se convertirá en la pared torácica definitiva (costillas y músculos intercostales) y una capa interior o profunda (las membranas pleuropericárdicas) que contiene los nervios frénicos y forma el pericardio fibroso (Moore y Persaud, 2008). De este modo, el saco pericárdico puede ser fuente de dolor en la misma medida que lo son la parrilla costal o la pleura parietal, aunque el dolor tiende a referirse a los dermatomas de la pared corporal —áreas desde las que más a menudo se reciben sensaciones.

VISIÓN GENERAL DEL MEDIASTINO Y EL PERICARDIO

Posiciones de las vísceras respecto a las divisiones del mediastino

La división entre el mediastino superior y el inferior (*plano transverso del tórax*) está definida en función de estructuras de la pared corporal ósea y es mayoritariamente independiente de los efectos gravitatorios. La posición de las vísceras en relación con las subdivisiones mediastínicas depende de la postura de la persona (es decir, de la gravedad). Cuando una persona está en decúbito supino, o cuando se está diseccionando un cadáver, la posición de las vísceras en relación a las subdivisiones del mediastino es más alta (más superior) que cuando una persona está en pie (figs. 1-42 y C1-16A). En otras palabras, la gravedad tira hacia abajo de las vísceras cuando estamos en posición vertical.

Las descripciones anatómicas tradicionales se refieren a la posición de las vísceras como si la persona estuviese en *posición de decúbito supino*, esto es, tendida en una cama o en una mesa de operaciones o de disección. En esta posición, las vísceras abdominales dispuestas horizontalmente empujan a las estructuras mediastínicas superiormente. Sin embargo, en bipedestación o en sedestación, la posición de las vísceras es la que se muestra en la figura C1-16B. Esto sucede debido a que las estructuras blandas del mediastino, en especial el pericardio y su contenido, el corazón y los grandes vasos, y las vísceras abdominales que los soportan, se hunden inferiormente debido a la gravedad.

En posición de decúbito supino:

- El arco de la aorta se sitúa superior al plano transverso del tórax.
- El plano transverso del tórax corta la bifurcación traqueal.
- El centro tendinoso del diafragma (o la cara diafragmática o la parte inferior del corazón) se sitúa a nivel de la unión xifoesternal y la vértebra T9.

En posición erecta o sentada:

- El plano transverso del tórax corta el arco de la aorta.
- La bifurcación traqueal se sitúa inferior al plano transverso del tórax.
- El centro tendinoso del diafragma puede descender hasta el nivel medio de la apófisis xifoides y el disco intervertebral T9-10.

Este movimiento de las estructuras mediastínicas debe tenerse en cuenta durante las exploraciones físicas y radiológicas en posición de decúbito supino o erecta. Asimismo, al tumbarse sobre un costado, el mediastino cae hacia el lado inferior empujado por la gravedad.

Mediastinoscopia y biopsias del mediastino

Con la ayuda de un endoscopio **(mediastinoscopio),** los cirujanos pueden observar gran parte del mediastino y realizar procedimientos quirúrgicos menores. Para ello, introducen el endoscopio a través de una pequeña incisión en la raíz del cuello, justo por encima del manubrio del esternón y cerca

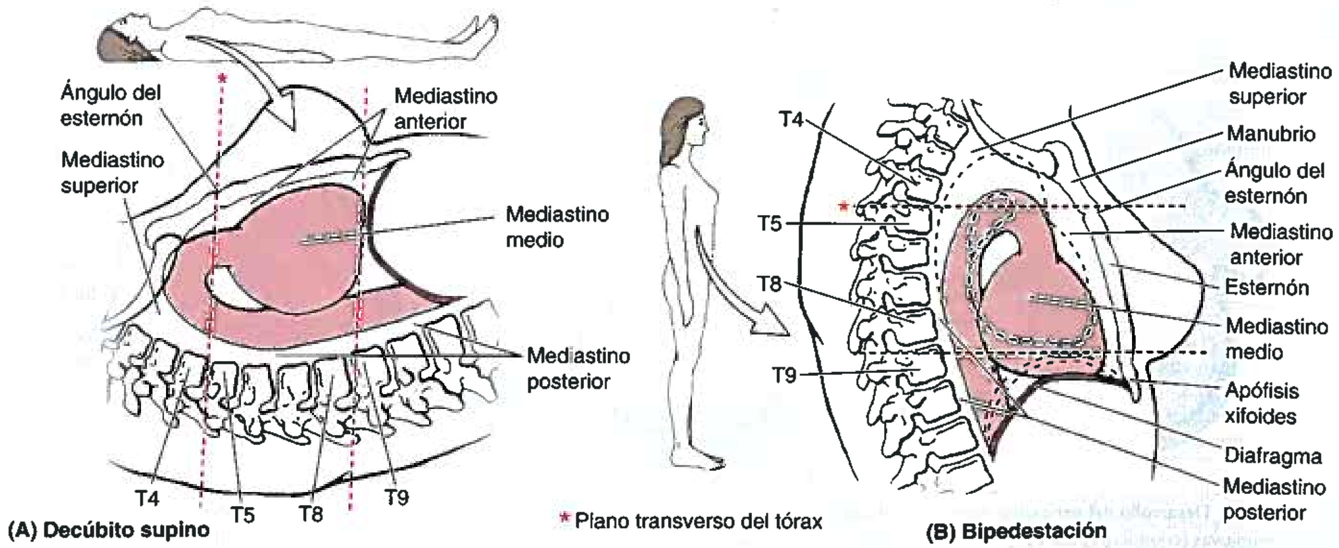


FIGURA C1-16. Posición de las vísceras torácicas en decúbito supino y en bipedestación.

de la escotadura yugular, en el espacio potencial situado anterior a la tráquea. Durante la **mediastinoscopia,** los cirujanos pueden observar los nódulos linfáticos mediastínicos o realizar una biopsia para determinar, por ejemplo, si células cancerosas procedentes de un carcinoma broncógeno los han metastatizado. El mediastino también se puede explorar y biopsiar mediante una *toracotomía anterior* (extirpando una porción de un cartílago costal; v. el cuadro azul «Toracotomía, incisiones en el espacio intercostal y extirpación de una costilla», p. 83).

Ensanchamiento del mediastino

Los radiólogos y los médicos de urgencias observan en ocasiones un ensanchamiento del mediastino al examinar radiografías de tórax. Cualquier estructura del mediastino puede contribuir al ensanchamiento patológico. A menudo se observa tras un traumatismo producido por un choque frontal, por ejemplo, que produce una hemorragia en el mediastino procedente de desgarros en los grandes vasos como la aorta o la VCS. Con frecuencia, un *linfoma maligno* (cáncer del tejido linfático) produce un agrandamiento masivo de los nódulos linfáticos mediastínicos y un ensanchamiento del mediastino. La *hipertrofia* (agrandamiento) *del corazón* (a menudo debida a una *insuficiencia cardíaca congestiva*, en la cual la sangre vuelve al corazón a un ritmo más rápido del que se expulsa) es una causa frecuente de ensanchamiento del mediastino inferior.

Significación quirúrgica del seno transverso del pericardio

El *seno transverso del pericardio* es especialmente importante para los cirujanos cardíacos. Después de que el pericardio haya sido abierto anteriormente, puede introducirse un dedo a través del seno transverso del pericardio, posterior a la aorta ascendente y al tronco pulmonar (fig. C1-17). Tras la colocación de una pinza arterial o de una ligadura alrededor de estos vasos, mediante la inserción de los tubos de una máquina de circulación extracorpórea, se aprieta la ligadura y, así, los cirujanos pueden parar o desviar la circulación sanguínea en estas grandes arterias mientras realizan intervenciones cardíacas, como una *derivación aortocoronaria.*

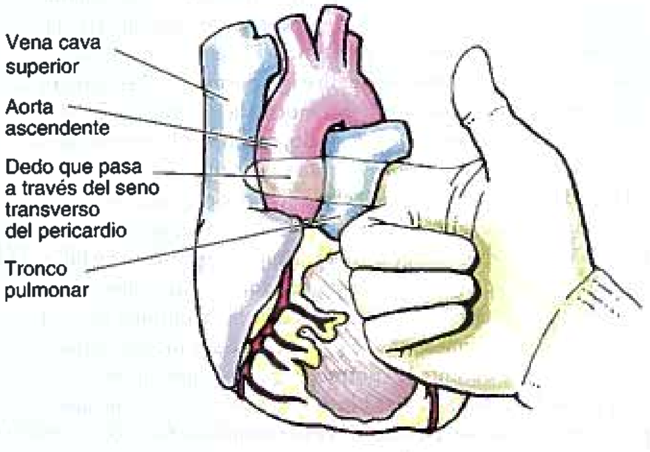


FIGURA C1-17. Seno transverso del pericardio.

Exposición de las venas cavas

Tras ascender a través del diafragma, toda la porción torácica de la VCI (aproximadamente 2 cm) está envuelta por el pericardio. Por lo tanto, es preciso abrir el saco pericárdico para exponer esta porción terminal de la VCI. Ocurre lo mismo con la porción terminal de la VCS, que se encuentra en parte dentro y en parte fuera del saco pericárdico.

Pericarditis, roce pericárdico y derrame pericárdico

El pericardio puede verse afectado por diversos procesos patológicos. La inflamación del pericardio (*pericarditis*) suele provocar dolor torácico. Normalmente, las lisas láminas del pericardio seroso no producen un ruido detectable a la auscultación. Sin embargo, la pericarditis vuelve rugosas sus superficies y la fricción resultante (*roce pericárdico*) emite un ruido parecido a la fricción de la seda, que puede oírse con un fonendoscopio en el borde izquierdo del esternón y las costillas superiores. Un pericardio con inflamación crónica y engrosado puede calcificarse, interfiriendo gravemente con el funcionamiento del corazón. Algunas enfermedades inflamatorias pueden producir también *derrame pericárdico* (paso de líquido de los capilares pericárdicos hacia la cavidad pericárdica, o una acumulación de pus). Como resultado, el corazón se ve comprimido (incapaz de expandirse y rellenarse por completo) y es ineficaz. Los derrames pericárdicos no inflamatorios suelen asociarse a *insuficiencia cardíaca congestiva*, en la cual la sangre venosa vuelve al corazón a un ritmo más rápido del que se expulsa, produciendo hipertensión cardíaca derecha (aumento de presión en el lado derecho del corazón).

Taponamiento cardíaco

El pericardio fibroso es un saco cerrado, duro e inelástico, que contiene el corazón, normalmente su único ocupante aparte de una fina película lubricante de líquido pericárdico. Cuando se produce un gran derrame pericárdico, la disminución de volumen del saco pericárdico limita la cantidad de sangre que puede recibir el corazón, lo que a su vez disminuye el gasto cardíaco. El *taponamiento cardíaco* (compresión del corazón) es una situación potencialmente letal, ya que el volumen cardíaco se ve comprometido progresivamente por el líquido acumulado fuera del corazón, pero dentro de la cavidad pericárdica.

De forma parecida, la acumulación de sangre en la cavidad pericárdica, *hemopericardio*, también produce taponamiento cardíaco. El hemopericardio puede deberse a la perforación de un área debilitada del músculo cardíaco después de un *infarto de miocardio* o ataque al corazón, al sangrado dentro de la cavidad pericárdica en intervenciones de corazón, o a heridas de arma blanca. Esta situación es especialmente mortal debido a la elevada presión que implica y a la rapidez con que se acumula el líquido. El corazón se comprime y falla la circulación. Las venas de la cara y el cuello se ingurgitan debido al reflujo de sangre, que empieza donde la VCS entra en el pericardio.

En los pacientes con neumotórax —aire o gas en la cavidad pleural— el aire puede difundir por los planos de tejido conectivo y entrar en el saco pericárdico, produciendo un *neumopericardio*.

Pericardiocentesis

Para evitar el taponamiento cardíaco, normalmente es necesaria una *pericardiocentesis*, el drenaje de líquido de la cavidad pericárdica. Para extraer el exceso de líquido, puede insertarse una aguja de gran calibre a través del 5.° o 6.° espacio intercostal izquierdo cerca del esternón. Este abordaje del saco pericárdico es posible debido a que la escotadura cardíaca del pulmón izquierdo y la escotadura menos profunda del saco pleural izquierdo exponen parte del saco pericárdico, el área desnuda del pericardio (figs. 1-31A y 1-32). El saco pericárdico también puede alcanzarse a través del ángulo infraesternal, pasando la aguja superoposteriormente (fig. C1-18). En este lugar, la aguja evita el pulmón y la pleura, y entra en la cavidad pericárdica; sin embargo, hay que ir con cuidado para no puncionar la arteria torácica interna o sus ramas terminales. En el taponamiento cardíaco agudo por hemopericardio, hay que realizar una toracotomía de urgencia (se abre rápidamente el tórax) para poder seccionar el saco pericárdico y aliviar inmediatamente el taponamiento, y lograr la *estasis de la hemorragia* (detener el escape de sangre) del corazón (v. el cuadro azul «Toracotomía, incisiones en el espacio intercostal y extirpación de una costilla», p. 83).

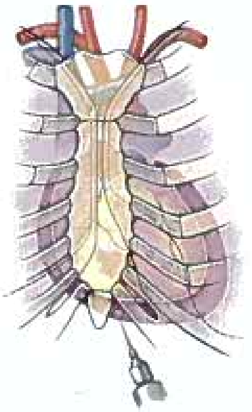


FIGURA C1-18. Pericardiocentesis.

Anomalías posicionales del corazón

El plegamiento anormal del corazón embrionario puede hacer que la posición del corazón se invierta completamente, de forma que su vértice se sitúe a la derecha en lugar de hacia la izquierda (*dextrocardia*). Esta anomalía congénita es la alteración posicional más frecuente del corazón, pero es relativamente poco común. La dextrocardia se asocia a una situación en espejo de los grandes vasos y del arco de la aorta. Esta anomalía puede formar parte de una transposición general de las vísceras torácicas y abdominales (*situs inversus*), o la transposición puede afectar únicamente al corazón (*dextrocardia aislada*). En la dextrocardia con situs inversus, la incidencia de defectos cardíacos acompañantes es baja y el corazón suele funcionar con normalidad. Sin embargo, en la dextrocardia aislada, la anomalía congénita se ve complicada por alteraciones cardíacas graves, como la *transposición de las grandes arterias*.

Puntos fundamentales

VISIÓN GENERAL DEL MEDIASTINO Y EL PERICARDIO

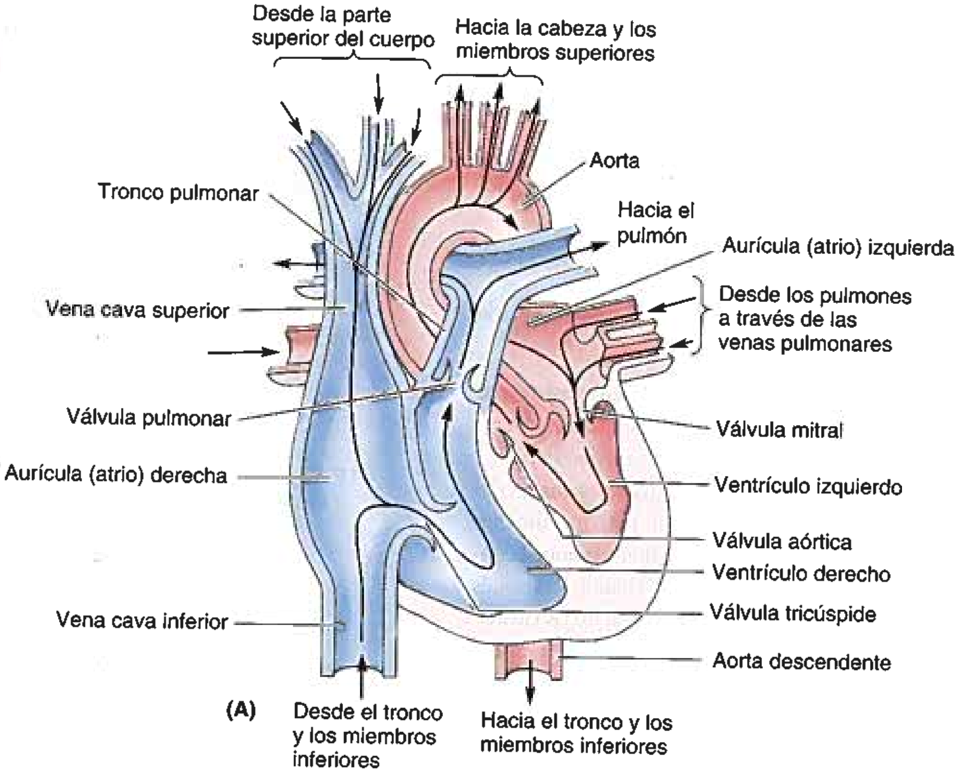
Visión general del mediastino. El mediastino es el compartimiento central de la cavidad torácica y contiene todas las vísceras torácicas a excepción de los pulmones. ♦ Las estructuras que lo ocupan son huecas (llenas de aire o de líquido), y aunque se encuentran entre formaciones óseas anteriormente y posteriormente, están en un «embalaje neumático», inflado por los constantes cambios de volumen a cada lado. ♦ El mediastino es una estructura flexible y dinámica movida por las estructuras que contiene (p. ej., el corazón) y que lo rodean (el diafragma y otros movimientos de la respiración), y también por el efecto de la gravedad y la posición corporal. ♦ El mediastino superior (por encima del plano transverso del tórax) está ocupado por la tráquea y las porciones superiores de los grandes vasos. ♦ La parte media (la mayor parte) del mediastino inferior está ocupada por el corazón. ♦ La mayor parte del mediastino posterior está ocupada por estructuras que atraviesan verticalmente parte o la totalidad del tórax.

Pericardio. El pericardio es un saco fibroseroso, invaginado por el corazón y las raíces de los grandes vasos, que encierra la cavidad serosa que rodea al corazón. ♦ El pericardio fibroso no es elástico, está unido anteriormente e inferiormente al esternón y al diafragma, y se fusiona con la adventicia de los grandes vasos que entran o salen del saco. De ese modo, mantiene al corazón en su posición mediastínica media y limita su expansión (llenado). ♦ Si un líquido o un tumor ocupan el espacio pericárdico, se afecta la capacidad del corazón. ♦ El pericardio seroso tapiza el pericardio fibroso y el exterior del corazón. Esta superficie brillante y lubricada permite al corazón (unido únicamente por sus vasos aferentes y eferentes y las reflexiones relacionadas de la membrana serosa) la libertad de movimientos que precisa para sus movimientos de «exprimido» durante la contracción. ♦ La capa parietal del pericardio seroso es sensible. Los impulsos dolorosos que provienen de ella son conducidos por los nervios frénicos somáticos y producen sensaciones de dolor referido.

Corazón

El **corazón,** algo más grande que un puño cerrado, es una bomba doble de presión y succión, autoadaptable, cuyas partes trabajan al unísono para impulsar la sangre a todo el organismo. El lado derecho del corazón (*corazón derecho*) recibe sangre poco oxigenada (venosa) procedente del cuerpo a través de la VCS y la VCI, y la bombea a través del tronco y las arterias pulmonares hacia los pulmones para su oxigenación (fig. 1-49A). El lado izquierdo del corazón (*corazón izquierdo*) recibe sangre bien oxigenada (arterial) procedente de los pulmones, a través de las venas pulmonares, y la bombea hacia la aorta para su distribución por el organismo.

El corazón tiene cuatro cavidades: **aurículas (atrios) derecha** e **izquierda** y **ventrículos derecho** e **izquierdo.** Las aurículas (atrios) son las cavidades receptoras que bombean sangre hacia los ventrículos (las cavidades de eyección). Las acciones sincrónicas


Desde la parte superior del cuerpo
Hacia la cabeza y los miembros superiores
Aorta
Tronco pulmonar
Hacia el pulmón
Aurícula (atrio) izquierda
Desde los pulmones a través de las venas pulmonares
Vena cava superior
Válvula pulmonar
Válvula mitral
Aurícula (atrio) derecha
Ventrículo izquierdo
Válvula aórtica
Ventrículo derecho
Vena cava inferior
Válvula tricúspide
Aorta descendente
(A)
Desde el tronco y los miembros inferiores
Hacia el tronco y los miembros inferiores

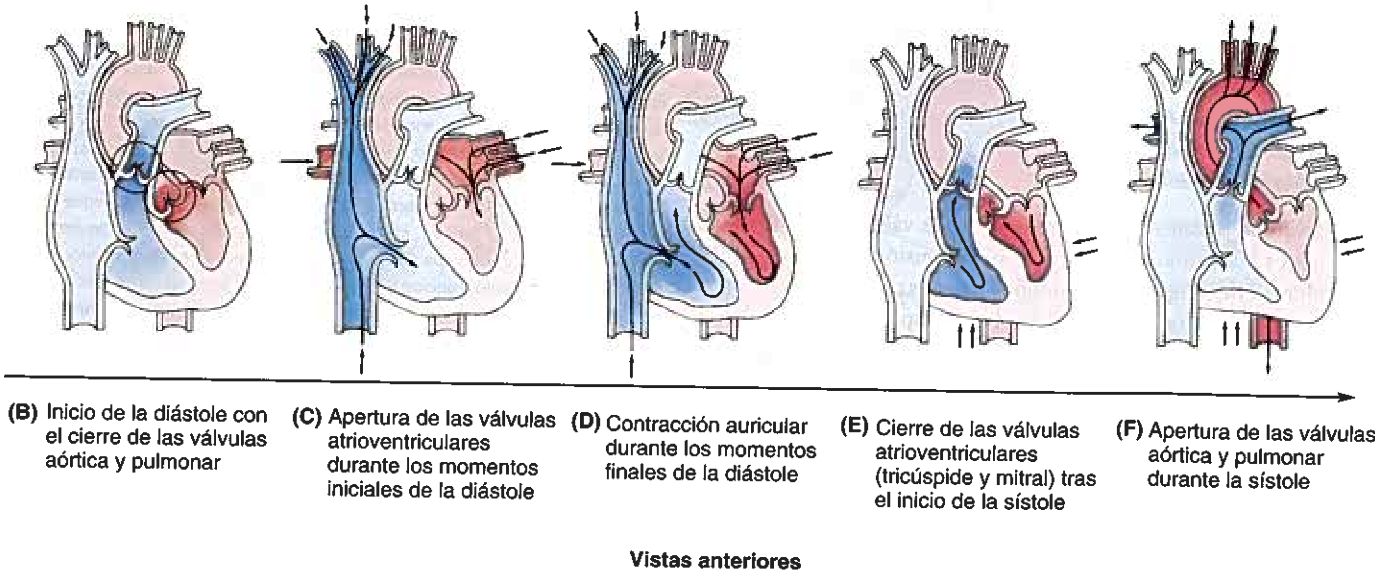

(B) Inicio de la diástole con el cierre de las válvulas aórtica y pulmonar
(C) Apertura de las válvulas atrioventriculares durante los momentos iniciales de la diástole
(D) Contracción auricular durante los momentos finales de la diástole
(E) Cierre de las válvulas atrioventriculares (tricúspide y mitral) tras el inicio de la sístole
(F) Apertura de las válvulas aórtica y pulmonar durante la sístole
Vistas anteriores

FIGURA 1-49. Ciclo cardíaco. El ciclo cardíaco describe el movimiento completo del corazón, o latido cardíaco, e incluye el período desde el inicio de un latido hasta el inicio del siguiente. El ciclo consta de diástole (relajación y llenado ventricular) y sístole (contracción y vaciado ventricular). El corazón derecho *(lado azul)* es la bomba para el circuito pulmonar; el corazón izquierdo *(lado rojo)* es la bomba para el circuito sistémico.

de bombeo de las dos bombas atrioventriculares (AV), (cavidades derechas e izquierdas), constituyen el *ciclo cardíaco* (fig. 1-49B a F). El ciclo empieza con un período de elongación y llenado ventricular (*diástole*) y finaliza con un período de acortamiento y vaciado ventricular (*sístole*).

Con un fonendoscopio pueden oírse dos tonos o **ruidos cardíacos:** un ruido *lub* (1.º) cuando la sangre pasa desde la aurícula (atrio) a los ventrículos, y un ruido *dub* (2.º) cuando los ventrículos expelen la sangre del corazón. Los ruidos cardíacos se producen por el cierre súbito de las válvulas unidireccionales que normalmente impiden el retorno del flujo sanguíneo durante las contracciones del corazón.

La pared de cada cavidad cardíaca está formada, de superficie a profundidad, por tres capas (fig. 1-43):

1. El **endocardio,** una delgada capa interna (endotelio y tejido conectivo subendotelial), o membrana de revestimiento del corazón, que también cubre sus válvulas.
2. El **miocardio,** una gruesa capa media helicoidal, formada por músculo cardíaco.
3. El **epicardio,** una delgada capa externa (mesotelio) formada por la lámina visceral del pericardio seroso.

Las paredes del corazón están formadas en su mayor parte por miocardio, especialmente en los ventrículos. Cuando los ventrículos se contraen, producen un movimiento de compresión debido a la orientación en doble hélice de las fibras musculares cardíacas del miocardio (Torrent-Guasp *et al.*, 2001) (fig. 1-50). Este movimiento expulsa inicialmente la sangre de los ventrículos a medida que se contrae la espira más externa (basales), primero estrechando y después acortando el corazón, con lo que se reduce el volumen de las cavidades ventriculares. La contracción secuencial continuada de la espiral más interna (apical) alarga el corazón, que luego se ensancha cuando el miocardio se relaja brevemente, con lo que aumenta el volumen de las cavidades para extraer la sangre de las aurículas (atrios).

Las fibras musculares se fijan en el **esqueleto fibroso del corazón** (fig. 1-51). Este complejo armazón fibroso de colágeno denso constituye cuatro **anillos fibrosos** que rodean los orificios de las válvulas, los **trígonos fibrosos** derecho e izquierdo (formados por conexiones entre los anillos) y las porciones membranosas de los tabiques interauricular (interatrial) e interventricular. El esqueleto fibroso del corazón:

- Mantiene permeables los orificios de las válvulas atrioventriculares y semilunares e impide su distensión excesiva por el volumen de sangre que se bombea a través de ellos.
- Proporciona la inserción para las valvas y cúspides de las válvulas.
- Proporciona inserción para el miocardio, que cuando se desenrolla forma una **banda continua de miocardio ventricular,** la cual se origina sobre todo en el anillo fibroso de la válvula pulmonar y se inserta fundamentalmente en el anillo fibroso de la válvula aórtica (fig. 1-50).
- Forma un «aislante» eléctrico al separar los impulsos desde las aurículas (atrios) y los ventrículos conducidos mientéricamente, para que puedan contraerse de forma independiente, rodeándolos y proporcionando un paso para la porción inicial del fascículo atrioventricular, parte del sistema de conducción del corazón (tratado posteriormente en este capítulo).

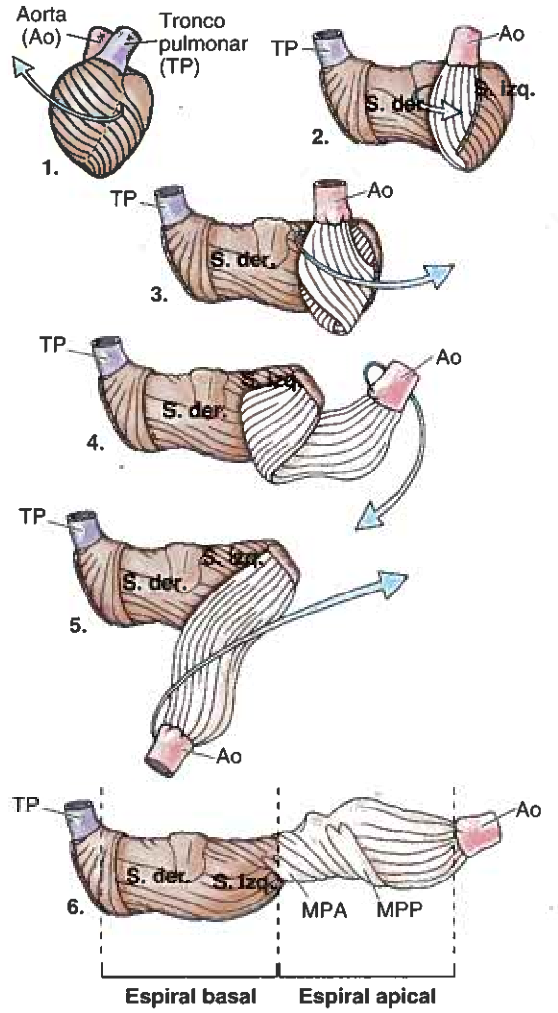


FIGURA 1-50. Disposición del miocardio y del esqueleto fibroso del corazón. Disposición helicoidal (espiral doble) del miocardio (modificado de Torrent-Guasp et al., 2001). Cuando se secciona el miocardio superficial a lo largo del surco interventricular anterior (*línea roja de puntos*) y se despega comenzando por su origen en el anillo fibroso del tronco pulmonar (TP), se evidencian las gruesas espirales dobles de la banda miocárdica ventricular. Esta banda miocárdica ventricular se despliega progresivamente. Una banda de fibras casi horizontales forma una espiral basal externa (*marrón oscuro*) que comprende la pared externa del ventrículo derecho (segmento derecho, S. der.) y la capa externa de la pared externa del ventrículo izquierdo (segmento izquierdo, S. izq.). La espiral apical, más profunda (*marrón claro*), comprende la capa interna de la pared externa del ventrículo izquierdo. El entrecruzamiento de sus fibras forma el tabique interventricular. Así, el tabique, como la pared externa del ventrículo izquierdo, también tiene una doble capa. La contracción secuencial de la banda miocárdica permite a los ventrículos funcionar en paralelo, como bombas de aspiración y de propulsión; en la contracción, los ventrículos no se colapsan simplemente hacia dentro sino que más bien se exprimen por sí mismos. MPA, músculos papilares anteriores; MPP, músculos papilares posteriores.

Externamente, las aurículas (atrios) están separadas de los ventrículos por el **surco coronario (surco atrioventricular)**, y los ventrículos derecho e izquierdo se separan uno de otro por los **surcos interventriculares (IV)**, **anterior** y **posterior** (fig. 1-52B y D). En una vista anterior o posterior, el corazón tiene un aspecto trapezoidal (fig. 1-52A), pero en tres dimensiones tiene una forma similar a una pirámide invertida con un vértice (orientado anteriormente y

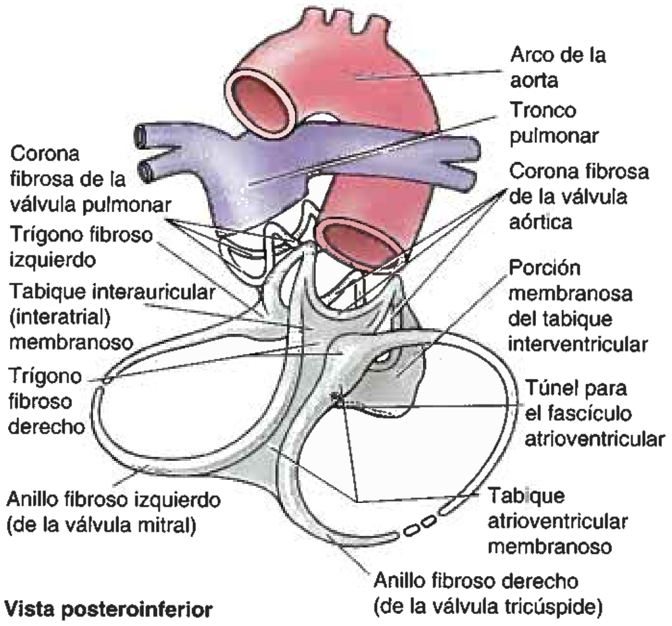

Arco de la aorta
Tronco pulmonar
Corona fibrosa de la válvula pulmonar
Corona fibrosa de la válvula aórtica
Trígono fibroso izquierdo
Porción membranosa del tabique interventricular
Tabique interauricular (interatrial) membranoso
Trígono fibroso derecho
Túnel para el fascículo atrioventricular
Anillo fibroso izquierdo (de la válvula mitral)
Tabique atrioventricular membranoso
Anillo fibroso derecho (de la válvula tricúspide)
Vista posteroinferior

FIGURA 1-51. Esqueleto fibroso del corazón. El esqueleto fibroso aislado está compuesto por cuatro anillos fibrosos (o dos anillos y dos «coronas»), cada uno de los cuales rodea una válvula; dos trígonos y las porciones membranosas de los tabiques interauricular (interatrial), interventricular y atrioventricular.

hacia la izquierda), una base (opuesta al vértice, dirigida sobre todo posteriormente) y cuatro caras.

El **vértice del corazón** (fig. 1-52B):

- Está formado por la porción inferolateral del ventrículo izquierdo.
- Se sitúa posterior al 5.º espacio intercostal izquierdo en los adultos, generalmente a 9 cm del plano medio (la anchura de una mano).
- Permanece inmóvil a lo largo de todo el ciclo cardíaco.
- Es el punto donde los ruidos del cierre de la válvula mitral son máximos **(choque de la punta)**; el vértice está debajo del lugar donde el latido puede auscultarse en la pared torácica.

La **base del corazón** (fig. 1-52C y D):

- Constituye la cara posterior del corazón (opuesta al vértice).
- Está formada principalmente por la aurícula (atrio) izquierda, con una contribución menor de la derecha.
- Se orienta posteriormente hacia los cuerpos de las vértebras T6-9 y está separada de ellas por el pericardio, el seno oblicuo del pericardio, el esófago y la aorta.
- Se extiende superiormente hasta la bifurcación del tronco pulmonar e inferiormente hasta el surco coronario.

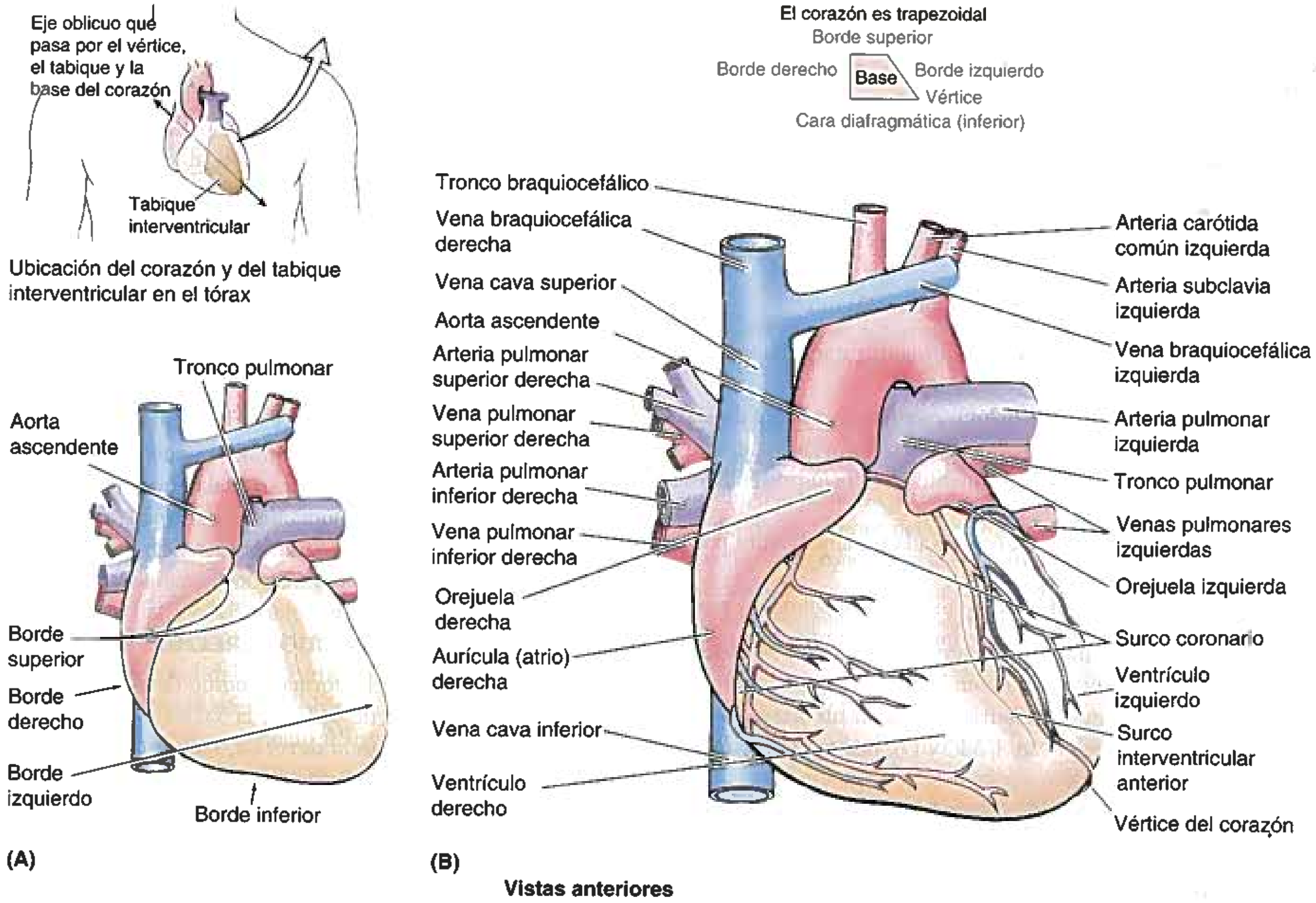

Eje oblicuo que pasa por el vértice, el tabique y la base del corazón
Tabique interventricular
Ubicación del corazón y del tabique interventricular en el tórax
Tronco pulmonar
Aorta ascendente
Borde superior
Borde derecho
Borde izquierdo
Borde inferior
(A)
El corazón es trapezoidal
Borde superior
Borde derecho
Base
Borde izquierdo
Vértice
Cara diafragmática (inferior)
Tronco braquiocefálico
Vena braquiocefálica derecha
Vena cava superior
Aorta ascendente
Arteria pulmonar superior derecha
Vena pulmonar superior derecha
Arteria pulmonar inferior derecha
Vena pulmonar inferior derecha
Orejuela derecha
Aurícula (atrio) derecha
Vena cava inferior
Ventrículo derecho
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia izquierda
Vena braquiocefálica izquierda
Arteria pulmonar izquierda
Tronco pulmonar
Venas pulmonares izquierdas
Orejuela izquierda
Surco coronario
Ventrículo izquierdo
Surco interventricular anterior
Vértice del corazón
(B)
Vistas anteriores

FIGURA 1-52. Forma, orientación, caras y bordes del corazón. A y B. Se muestra la cara esternocostal del corazón y la relación de los grandes vasos. Los ventrículos dominan esta cara (dos terceras partes el ventrículo derecho, una tercera parte el ventrículo izquierdo) *(continúa)*.

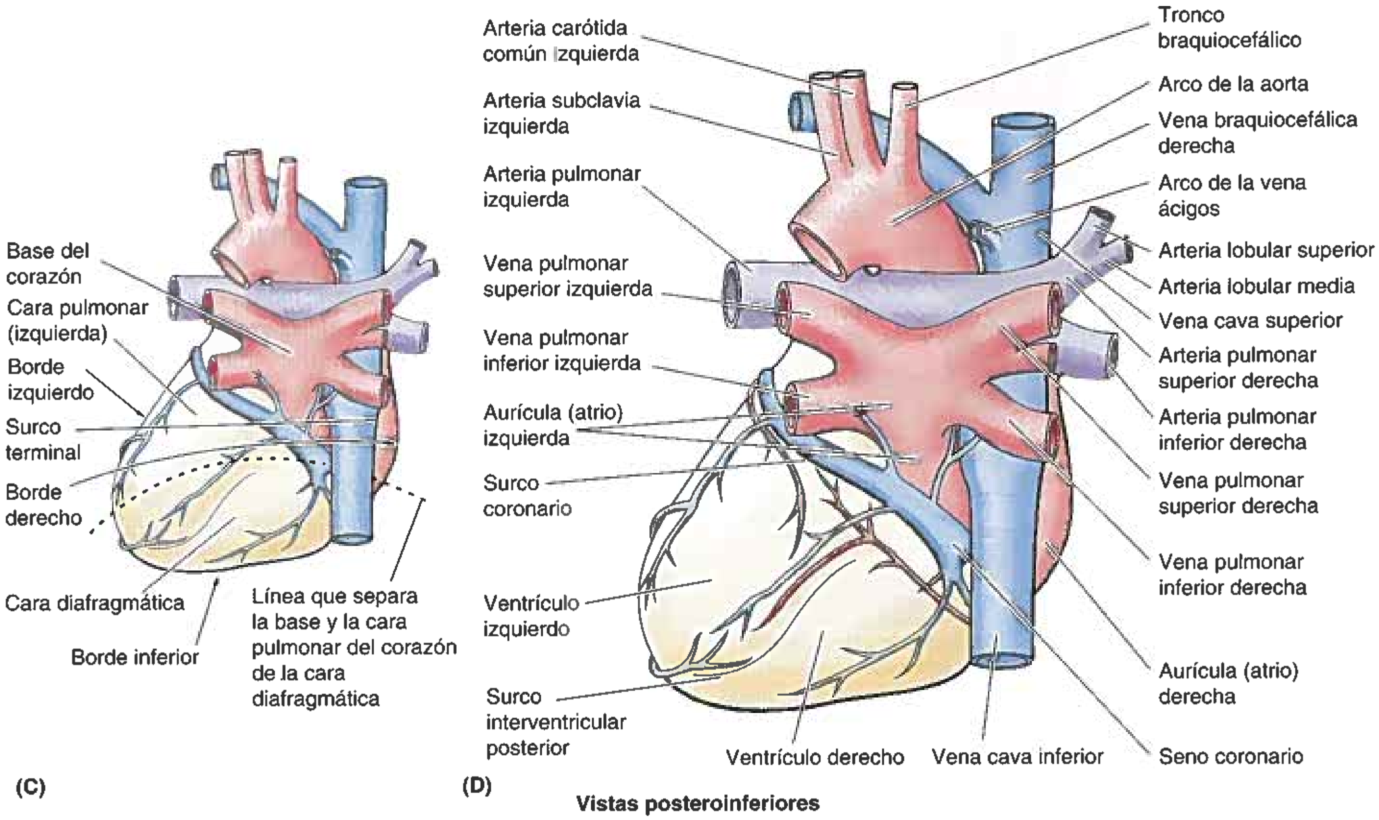

Base del corazón
Cara pulmonar (izquierda)
Borde izquierdo
Surco terminal
Borde derecho
Cara diafragmática
Borde inferior
Línea que separa la base y la cara pulmonar del corazón de la cara diafragmática
(C)
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia izquierda
Arteria pulmonar izquierda
Vena pulmonar superior izquierda
Vena pulmonar inferior izquierda
Aurícula (atrio) izquierda
Surco coronario
Ventrículo izquierdo
Surco interventricular posterior
Ventrículo derecho
Vena cava inferior
Tronco braquiocefálico
Arco de la aorta
Vena braquiocefálica derecha
Arco de la vena ácigos
Arteria lobular superior
Arteria lobular media
Vena cava superior
Arteria pulmonar superior derecha
Arteria pulmonar inferior derecha
Vena pulmonar superior derecha
Vena pulmonar inferior derecha
Aurícula (atrio) derecha
Seno coronario
(D)
Vistas posteroinferiores

FIGURA 1-52. *(Continuación)* C y D. Se muestran las caras pulmonar (izquierda) y diafragmática (inferior) y la base del corazón, así como la relación de los grandes vasos.

- Recibe las venas pulmonares en los lados izquierdo y derecho de su porción auricular (atrial) izquierda, y las venas cavas superior e inferior al nivel de los extremos superior e inferior de su porción auricular (atrial) derecha.

Las *cuatro caras del corazón* (fig. 1-52A y D) son:

1. **Cara anterior (esternocostal),** formada principalmente por el ventrículo derecho.
2. **Cara diafragmática (inferior),** constituida principalmente por el ventrículo izquierdo y en parte por el ventrículo derecho; está relacionada principalmente con el centro tendinoso del diafragma.
3. **Cara pulmonar derecha,** constituida principalmente por la aurícula (atrio) derecha.
4. **Cara pulmonar izquierda,** formada principalmente por el ventrículo izquierdo; produce la impresión cardíaca en el pulmón izquierdo.

El corazón tiene un aspecto trapezoidal en sus vistas anterior (fig. 1-52A y B) y posterior (fig. 1-52C y D). Los *cuatro bordes* del *corazón* son:

1. **Borde derecho** (ligeramente convexo), formado por la aurícula (atrio) derecha y que se extiende entre la VCS y la VCI.
2. **Borde inferior** (casi horizontal), formado principalmente por el ventrículo derecho y una pequeña porción del ventrículo izquierdo.
3. **Borde izquierdo** (oblicuo, casi vertical), formado principalmente por el ventrículo izquierdo y una pequeña porción de la orejuela izquierda.
4. **Borde superior,** formado en una vista anterior por las aurículas (atrios) y orejuelas derechas e izquierdas; la aorta ascendente y el tronco pulmonar emergen del borde superior y la VCS entra por su lado derecho. Posterior a la aorta y al tronco pulmonar, y anterior a la VCS, el borde superior forma el límite inferior del seno transverso del pericardio.

El **tronco pulmonar,** de aproximadamente 5 cm de largo y 3 cm de ancho, es la continuación arterial del ventrículo derecho y se divide en las *arterias pulmonares derecha* e *izquierda*. El tronco y las arterias pulmonares transportan sangre poco oxigenada hacia los pulmones para su oxigenación (figs. 1-49A y 1-52B).

AURÍCULA DERECHA O ATRIO DERECHO

La aurícula (atrio) derecha forma el borde derecho del corazón y recibe sangre venosa de la VCS, la VCI y el seno coronario (fig. 1-52B y D). La **orejuela derecha,** semejante a una oreja, es un pequeño saco muscular cónico que se proyecta desde la aurícula (atrio) derecha como un espacio adicional que incrementa la capacidad de la aurícula cuando se solapa con la aorta ascendente.

El *interior de la aurícula (atrio) derecha* (fig. 1-53A y B) tiene:

- Una porción posterior lisa, de pared delgada (el **seno de las venas cavas**), donde desembocan la VCS, la VCI y el seno

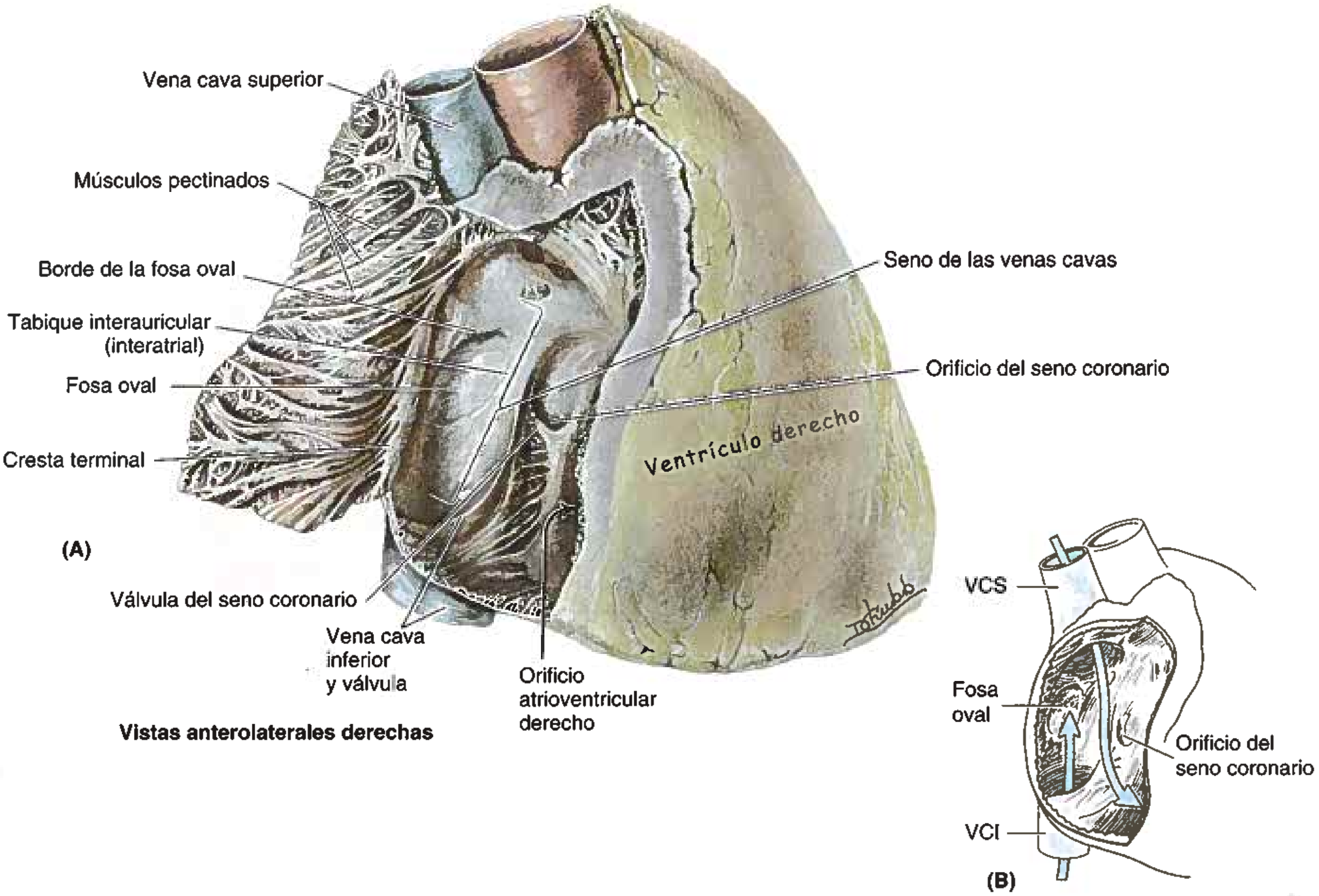

Vena cava superior
Músculos pectinados
Borde de la fosa oval
Tabique interauricular (interatrial)
Fosa oval
Cresta terminal
(A)
Válvula del seno coronario
Vena cava inferior y válvula
Orificio atrioventricular derecho
Seno de las venas cavas
Orificio del seno coronario
Ventrículo derecho
Vistas anterolaterales derechas
VCS
Fosa oval
Orificio del seno coronario
VCI
(B)

FIGURA 1-53. Aurícula (atrio) derecha del corazón. A. Se ha seccionado la pared externa de la aurícula (atrio) derecha desde la orejuela derecha hasta la cara diafragmática. La pared se ha reclinado para mostrar la parte de pared lisa de la aurícula (atrio), el seno de las venas cavas, derivado de la absorción de los senos venosos del corazón embrionario. Todas las estructuras venosas que entran en la aurícula (atrio) derecha (venas cavas superior e inferior, y seno coronario) desembocan en el seno de las venas cavas. La fosa oval, poco profunda, es el lugar de fusión de la válvula embrionaria del agujero oval con el tabique interauricular (interatrial). **B.** El flujo que entra por la vena cava superior (VCS) se dirige hacia el orificio atrioventricular derecho, mientras que la sangre de la vena cava inferior (VCI) se dirige hacia la fosa oval, tal como lo hacía antes del nacimiento.

coronario, transportando sangre pobre en oxígeno hacia el interior del corazón.

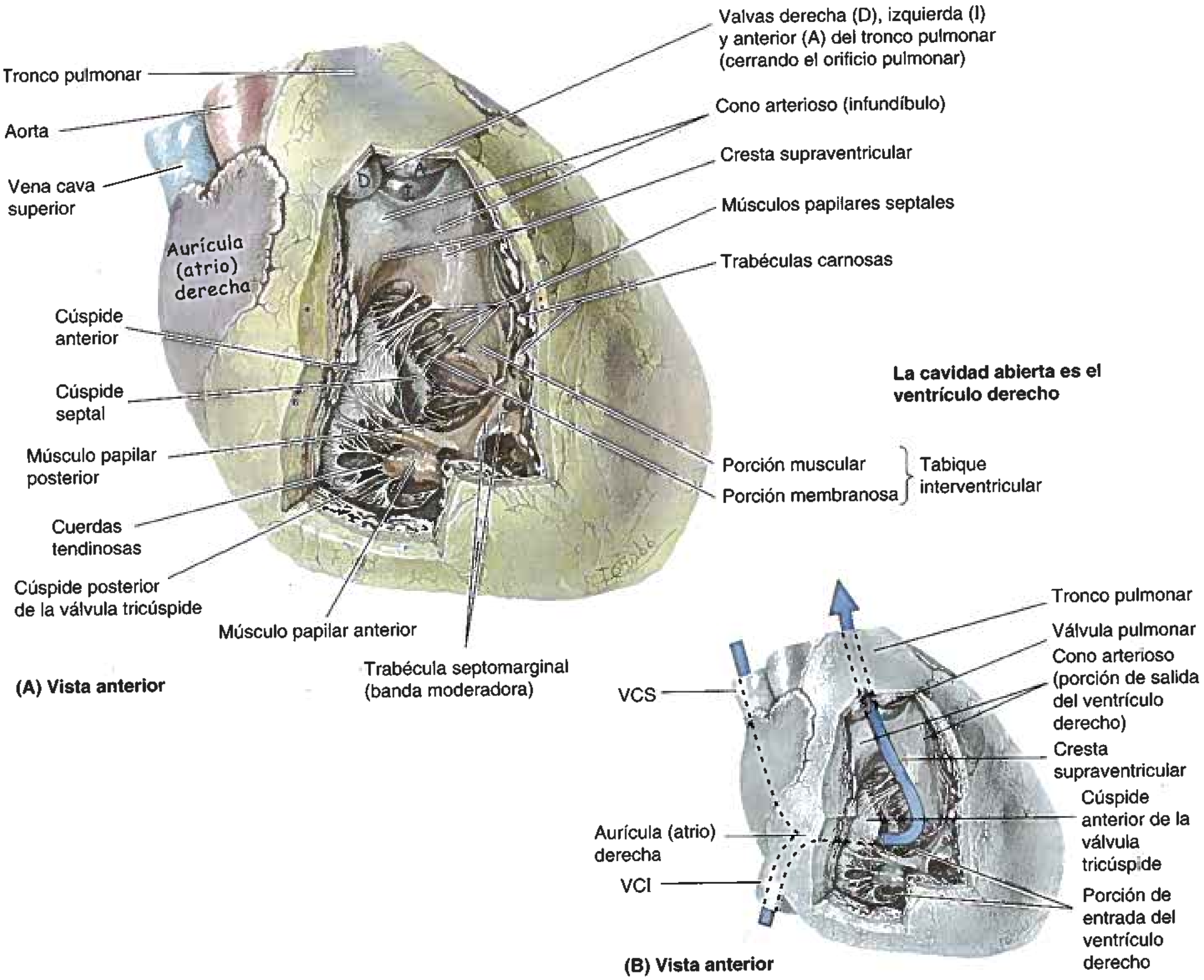
- Una pared muscular rugosa compuesta por músculos pectinados.
- Un orificio AV derecho a través del cual la aurícula (atrio) derecha descarga hacia el interior del ventrículo derecho la sangre pobre en oxígeno que ha recibido.

Las porciones lisa y rugosa de la pared auricular (atrial) están separadas externamente por un surco vertical poco profundo, el **surco terminal** (fig. 1-52C), e internamente por la **cresta terminal** (fig. 1-53A). La VCS desemboca en la porción superior de la aurícula (atrio) derecha a nivel del 3.^er^ cartílago costal derecho. La VCI desemboca en la porción inferior de la aurícula (atrio) derecha casi en línea con la VCS, aproximadamente al nivel del 5.° cartílago costal.

El **orificio del seno coronario,** un corto tronco venoso que recibe la mayoría de las venas cardíacas, está entre el orificio AV derecho y el orificio de la VCI. El **tabique interauricular (interatrial)** que separa las aurículas (atrios) tiene una depresión oval, del tamaño de la huella de un pulgar, la **fosa oval**, que es un vestigio del **agujero oval** y su válvula en el feto. Para comprender completamente las características de la aurícula (atrio) derecha es preciso conocer el desarrollo embrionario del corazón. (V. el cuadro azul «Embriología de la aurícula [atrio] derecha», p. 151.)

VENTRÍCULO DERECHO

El ventrículo derecho forma la mayor porción de la cara anterior del corazón, una pequeña parte de la cara diafragmática y casi la totalidad del borde inferior del corazón (fig. 1-52B). Superiormente, se estrecha en un cono arterial, el **cono arterioso** (infundíbulo), que conduce al tronco pulmonar (fig. 1-54). El interior del ventrículo derecho tiene unas elevaciones musculares irregulares denominadas **trabéculas carnosas.** Una gruesa cresta muscular, la **cresta supraventricular,** separa la pared muscular trabecular de la porción de entrada de la cavidad de la pared lisa del cono arterioso o porción de salida del ventrículo derecho. La porción de entrada del ventrículo derecho recibe sangre de la aurícula (atrio) derecha a través del **orificio atrioventricular derecho (tricuspídeo)** (fig. 1-55A), que se localiza posterior al cuerpo del esternón al nivel de los espacios intercostales 4.° y 5.°. El orificio AV derecho está rodeado por uno de los anillos fibrosos del *esqueleto fibroso del corazón* (fig. 1-51). El anillo fibroso mantiene constante el calibre del orificio (lo suficientemente grande para permitir la entrada de las puntas de tres dedos)


Tronco pulmonar
Aorta
Vena cava superior
Aurícula (atrio) derecha
Cúspide anterior
Cúspide septal
Músculo papilar posterior
Cuerdas tendinosas
Cúspide posterior de la válvula tricúspide
Músculo papilar anterior
Trabécula septomarginal (banda moderadora)
Valvas derecha (D), izquierda (I) y anterior (A) del tronco pulmonar (cerrando el orificio pulmonar)
D
A
I
Cono arterioso (infundíbulo)
Cresta supraventricular
Músculos papilares septales
Trabéculas carnosas
La cavidad abierta es el ventrículo derecho
Porción muscular
Porción membranosa
Tabique interventricular
VCS
Aurícula (atrio) derecha
VCI
Tronco pulmonar
Válvula pulmonar
Cono arterioso (porción de salida del ventrículo derecho)
Cresta supraventricular
Cúspide anterior de la válvula tricúspide
Porción de entrada del ventrículo derecho

(A) Vista anterior

(B) Vista anterior

FIGURA 1-54. Interior del ventrículo derecho del corazón. La pared esternocostal del ventrículo derecho ha sido extirpada. **A.** La válvula tricúspide en la entrada del ventrículo (orificio atrioventricular derecho) está abierta, y la válvula pulmonar en la salida del tronco pulmonar está cerrada, como lo estarían durante el llenado ventricular (diástole). El cono arterioso, liso y en forma de embudo, es el tracto de salida de la cavidad. **B.** La sangre entra en la cavidad desde sus caras posterior e inferior, fluyendo anteriormente y hacia la izquierda (hacia el vértice); la sangre se dirige hacia el tronco pulmonar superior y posteriormente. VCI, vena cava inferior; VCS, vena cava superior.

y se opone a la dilatación que puede producirse por el paso forzado de sangre a diferentes presiones a través de él.

La **válvula atrioventricular derecha o tricúspide** (figs. 1-54 y 1-55) cierra el orificio AV derecho. Las bases de las cúspides valvulares están unidas al anillo fibroso alrededor del orificio. Debido a que el anillo fibroso mantiene el calibre del orificio, las cúspides valvulares unidas contactan unas con las otras de la misma forma con cada latido cardíaco.

Las **cuerdas tendinosas** se insertan en los bordes libres y las caras ventriculares de las cúspides anterior, posterior y septal, de manera similar a las cuerdas de un paracaídas (fig. 1-54). Las cuerdas tendinosas se originan en los vértices de los *músculos papilares*, que son proyecciones musculares cónicas con sus bases unidas a la pared ventricular. Los músculos papilares empiezan a contraerse antes que el ventrículo derecho, de modo que tensan las cuerdas tendinosas y mantienen unidas las cúspides. Debido a que las cuerdas están unidas a los lados adyacentes de dos cúspides, impiden la separación de éstas y su inversión cuando se aplica tensión en las cuerdas durante la contracción ventricular (*sístole*), es decir, impiden que las cúspides de la válvula tricúspide sufran un prolapso (se dirijan hacia el interior de la aurícula (atrio) derecha) cuando aumenta la presión ventricular. Así, mediante las cúspides de la válvula se bloquea el reflujo de sangre (flujo de sangre retrógrado) desde el ventrículo derecho hacia la aurícula (atrio) derecha durante la sístole ventricular (fig. 1-55C).

En el ventrículo derecho hay tres músculos papilares que se corresponden con las cúspides de la válvula tricúspide (fig. 1-54A):

1. El **músculo papilar anterior,** el más grande y prominente de los tres, se origina en la pared anterior del ventrículo derecho; sus cuerdas tendinosas se unen a las cúspides anterior y posterior de la válvula tricúspide.

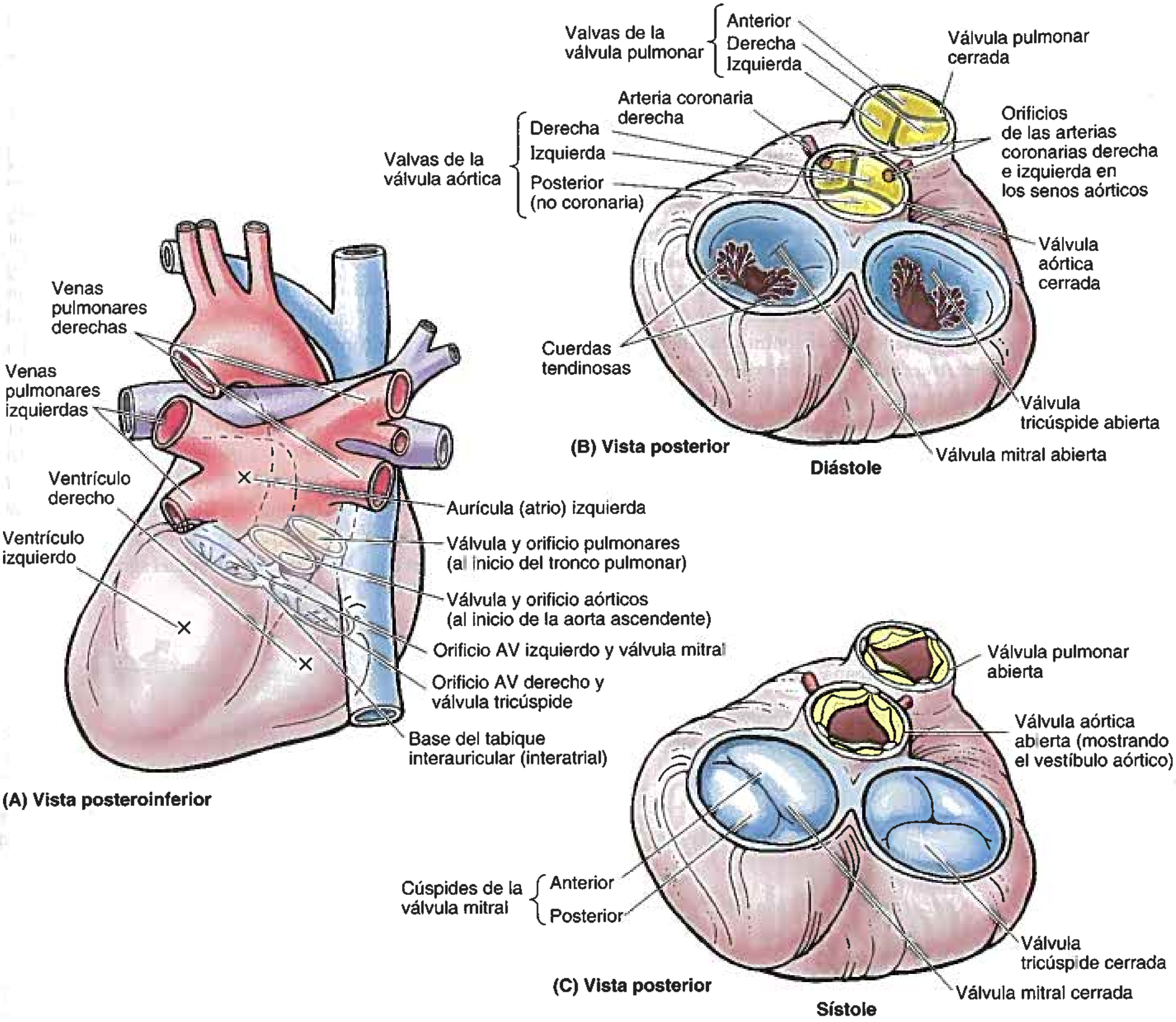

Valvas de la válvula pulmonar
Anterior
Derecha
Izquierda
Válvula pulmonar cerrada
Arteria coronaria derecha
Valvas de la válvula aórtica
Derecha
Izquierda
Posterior (no coronaria)
Orificios de las arterias coronarias derecha e izquierda en los senos aórticos
Válvula aórtica cerrada
Cuerdas tendinosas
Válvula tricúspide abierta
(B) Vista posterior
Diástole
Válvula mitral abierta
Venas pulmonares derechas
Venas pulmonares izquierdas
Ventrículo derecho
Ventrículo izquierdo
Aurícula (atrio) izquierda
Válvula y orificio pulmonares (al inicio del tronco pulmonar)
Válvula y orificio aórticos (al inicio de la aorta ascendente)
Orificio AV izquierdo y válvula mitral
Orificio AV derecho y válvula tricúspide
Base del tabique interauricular (interatrial)
(A) Vista posteroinferior
Válvula pulmonar abierta
Válvula aórtica abierta (mostrando el vestíbulo aórtico)
Cúspides de la válvula mitral
Anterior
Posterior
Válvula tricúspide cerrada
(C) Vista posterior
Válvula mitral cerrada
Sístole

FIGURA 1-55. Válvulas del corazón y grandes vasos. A. Las válvulas del corazón se muestran *in situ*. **B.** Al inicio de la diástole (relajación y llenado ventriculares), las válvulas aórtica y pulmonar están cerradas; poco después, se abren las válvulas tricúspide y mitral (que también se muestran en la fig. 1-49). **C.** Inmediatamente después empieza la sístole (contracción y vaciado ventriculares), las válvulas tricúspide y mitral se cierran y se abren las válvulas pulmonar y aórtica. AV, atrioventricular.

2. El **músculo papilar posterior,** más pequeño que el músculo anterior, puede constar de varias porciones; se origina en la pared inferior del ventrículo derecho y sus cuerdas tendinosas se unen a las cúspides posterior y septal de la válvula tricúspide.
3. El **músculo papilar septal** se origina en el tabique interventricular y sus cuerdas tendinosas se unen a las cúspides anterior y septal de la válvula tricúspide.

El **tabique interventricular (TIV),** constituido por las porciones membranosa y muscular, es una división robusta dispuesta oblicuamente entre los ventrículos derecho e izquierdo (figs. 1-54A y 1-57), que forma parte de las paredes de ambos. Debido a la elevada presión de la sangre en el ventrículo izquierdo, la **porción muscular del tabique interventricular,** que forma la mayor parte de éste, tiene el grosor del resto de la pared del ventrículo izquierdo (dos a tres veces más gruesa que la del derecho) y se comba hacia el interior de la cavidad del ventrículo derecho. Superior y posteriormente, una fina membrana, parte del esqueleto fibroso del corazón (fig. 1-51), forma la **porción membranosa del tabique interventricular,** mucho más pequeña. En el lado derecho, la cúspide septal de la válvula tricúspide está unida a la parte media de esta porción membranosa del esqueleto fibroso (fig. 1-54). Esto significa que, inferior a la cúspide, la membrana es un **TIV,** pero superior a ella es un tabique atrioventricular, que separa la aurícula (atrio) derecha del ventrículo izquierdo.

La **trabécula septomarginal (banda moderadora)** es un haz muscular curvado que atraviesa la cavidad ventricular derecha desde la porción inferior del TIV hacia la base del músculo papilar anterior. Esta trabécula es importante ya que conduce parte de la **rama derecha del fascículo atrioventricular,** una parte del sistema de conducción del corazón hasta el músculo papilar anterior (v. «Sistema de estimulación y conducción del corazón», pp. 148-149). Este «atajo» a través de la cavidad del ventrículo parece facilitar el tiempo de conducción, lo que permite la contracción coordinada del músculo papilar anterior.

La aurícula (atrio) derecha se contrae cuando el ventrículo derecho está vacío y relajado; así, la sangre es impulsada a través de este orificio hacia el ventrículo derecho, empujando las cúspides de la válvula tricúspide hacia un lado, como si fueran cortinas. La sangre entra en el ventrículo derecho (*tracto de entrada*) posteriormente, y cuando el ventrículo se contrae, la sangre sale hacia el tronco pulmonar (*tracto de salida*) superiormente y hacia la izquierda (fig. 1-54B). En consecuencia, la sangre sigue un recorrido en forma de U a través del ventrículo derecho, cambiando de dirección unos 140°. Este cambio de dirección viene facilitado por la **cresta supraventricular,** que desvía el flujo entrante en la cavidad principal del ventrículo y el flujo saliente en el cono arterioso hacia el orificio pulmonar. El orificio de entrada (AV) y el orificio de salida (pulmonar) están separados entre sí unos 2 cm. La **válvula pulmonar** (figs. 1-54B y 1-55) en el vértice del cono arterioso está al nivel del 3.^{er} cartílago costal izquierdo.

AURÍCULA IZQUIERDA

La aurícula (atrio) izquierda forma la mayor parte de la base del corazón (fig. 1-52C y D). En la aurícula (atrio) izquierda, de paredes lisas, entran los pares de venas pulmonares derechas e izquierdas, carentes de válvulas. En el embrión sólo hay una vena pulmonar común, del mismo modo que hay un único tronco pulmonar. La pared de esta vena y cuatro de sus tributarias han sido incorporadas a la pared de la aurícula (atrio) izquierda del mismo modo que el seno venoso ha sido incorporado a la aurícula (atrio) derecha. La porción de la pared derivada de la vena pulmonar embrionaria es lisa. La **orejuela izquierda,** tubular y musculosa, con una pared trabeculada por los *músculos pectinados*, forma la porción superior del borde izquierdo del corazón y se superpone a la raíz del *tronco pulmonar* (fig. 1-52A y B). Representa los vestigios de la porción izquierda de la aurícula (atrio) primitiva. Una *depresión semilunar* en el tabique interauricular (interatrial) señala el suelo de la fosa oval (fig. 1-56A); la cresta que la rodea es la válvula del agujero oval.

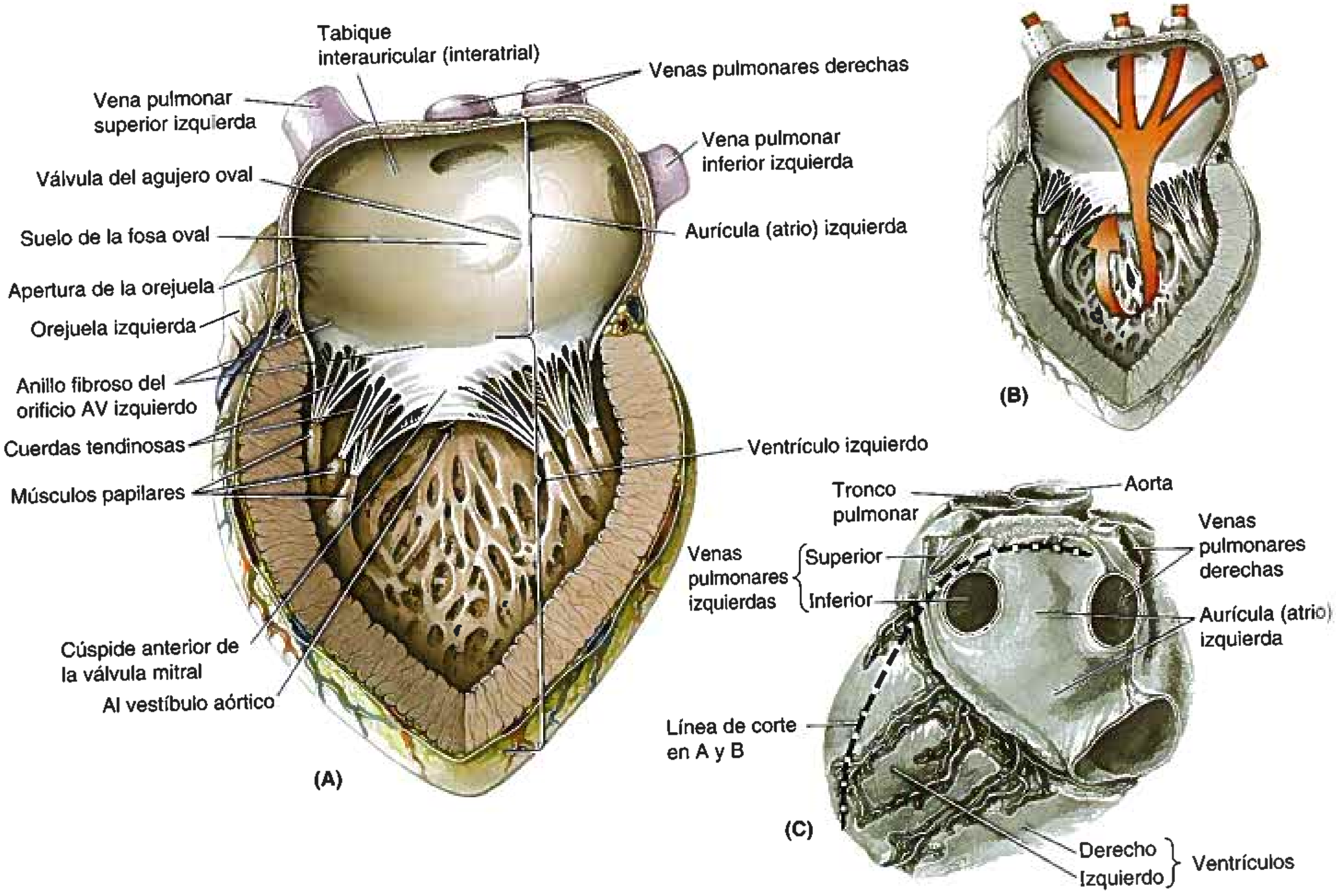

Tabique interauricular (interatrial)
Venas pulmonares derechas
Vena pulmonar superior izquierda
Vena pulmonar inferior izquierda
Válvula del agujero oval
Suelo de la fosa oval
Aurícula (atrio) izquierda
Apertura de la orejuela
Orejuela izquierda
Anillo fibroso del orificio AV izquierdo
Cuerdas tendinosas
Ventrículo izquierdo
Músculos papilares
Cúspide anterior de la válvula mitral
Al vestíbulo aórtico
(A)
(B)
Tronco pulmonar
Aorta
Venas pulmonares izquierdas
Superior
Inferior
Venas pulmonares derechas
Aurícula (atrio) izquierda
Línea de corte en A y B
(C)
Derecho
Izquierdo
Ventrículos

FIGURA 1-56. Interior de la aurícula (atrio) y el ventrículo izquierdos del corazón. A. Se muestran las características de las caras internas de la aurícula (atrio) izquierda y del tracto de entrada del ventrículo izquierdo. **B.** Patrón del flujo sanguíneo a través del lado izquierdo del corazón. **C.** Para obtener las vistas **A** y **B** se ha seccionado el corazón verticalmente a lo largo de su borde izquierdo y después transversalmente a través de la parte superior de su base, pasando entre las venas pulmonares superior e inferior izquierdas. AV, atrioventricular.

El *interior de la aurícula (atrio) izquierda* posee:

- Una porción más grande de pared lisa y una orejuela muscular más pequeña que contiene músculos pectinados.
- Cuatro venas pulmonares (dos superiores y dos inferiores) que penetran por su pared posterior lisa (fig. 1-56A a C).
- Una pared ligeramente más gruesa que la de la aurícula (atrio) derecha.
- Un tabique interauricular (interatrial) que se inclina posteriormente y hacia la derecha.
- Un orificio AV izquierdo a través del cual la aurícula izquierda vierte la sangre oxigenada, que recibe de las venas pulmonares, en el interior del ventrículo izquierdo (fig. 1-56B).

VENTRÍCULO IZQUIERDO

El ventrículo izquierdo forma el vértice del corazón, casi toda su cara y borde izquierdos (pulmonares), y la mayor parte de la cara diafragmática (figs. 1-52 y 1-57). Debido a que la tensión arterial es mucho más alta en la circulación sistémica que en la pulmonar, el ventrículo izquierdo desarrolla más trabajo que el ventrículo derecho.

El *interior del ventrículo izquierdo* tiene (fig. 1-57):

- Paredes que son entre dos y tres veces más gruesas que las del ventrículo derecho.
- Paredes cubiertas con gruesas crestas musculares, *trabéculas carnosas*, que son más delgadas y más numerosas que las del ventrículo derecho.
- Una cavidad cónica más larga que la del ventrículo derecho.
- Unos *músculos papilares* anterior y posterior mayores que los del ventrículo derecho.
- Una porción de salida de pared lisa, no muscular y superoanterior, el **vestíbulo de la aorta,** que conduce hacia el orificio y la *válvula aórticos*.
- Una válvula AV izquierda o *válvula mitral,* con dos valvas que cierra el orificio AV izquierdo (figs. 1-55 y 1-57A).
- Un **orificio aórtico** situado en su porción posterosuperior derecha y rodeado por un anillo fibroso al que se unen las tres valvas —derecha, posterior e izquierda— de la válvula aórtica; la aorta ascendente tiene su origen en el orificio aórtico.

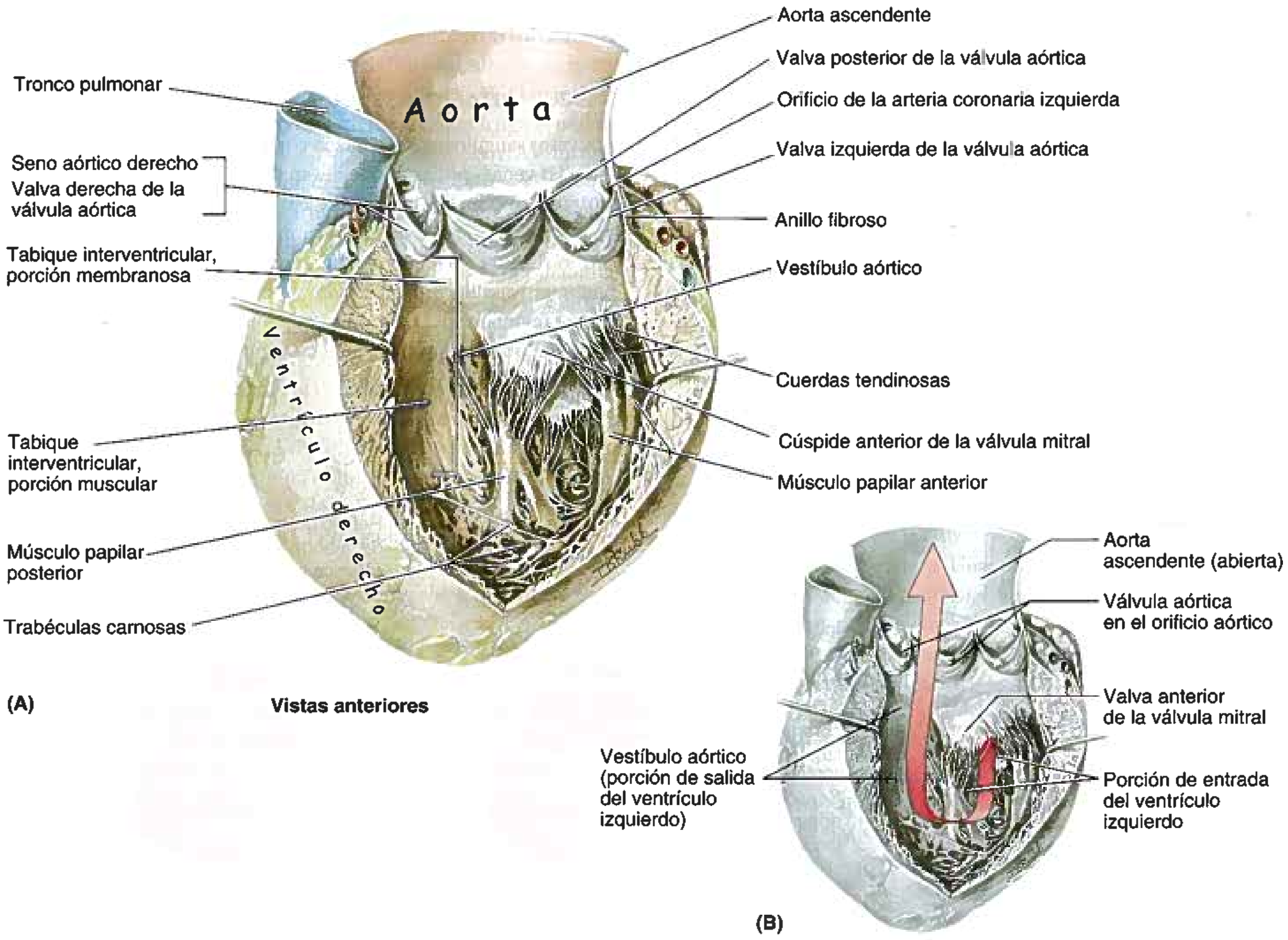

Aorta ascendente
Valva posterior de la válvula aórtica
Orificio de la arteria coronaria izquierda
Valva izquierda de la válvula aórtica
Anillo fibroso
Vestíbulo aórtico
Cuerdas tendinosas
Cúspide anterior de la válvula mitral
Músculo papilar anterior
Tronco pulmonar
Aorta
Seno aórtico derecho
Valva derecha de la válvula aórtica
Tabique interventricular, porción membranosa
Ventrículo derecho
Tabique interventricular, porción muscular
Músculo papilar posterior
Trabéculas carnosas
(A)
Vistas anteriores
Aorta ascendente (abierta)
Válvula aórtica en el orificio aórtico
Valva anterior de la válvula mitral
Vestíbulo aórtico (porción de salida del ventrículo izquierdo)
Porción de entrada del ventrículo izquierdo
(B)

FIGURA 1-57. Vista interior y del tracto de salida del ventrículo izquierdo del corazón. A y **B.** Se ha seccionado la cara anterior del ventrículo izquierdo de forma paralela al surco interventricular, replegando el borde derecho de la incisión hacia la derecha y mostrando una vista anterior de la cámara. **B.** El orificio atrioventricular izquierdo y la válvula mitral están situados posteriormente, y el vestíbulo aórtico se dirige superiormente y a la derecha hacia la válvula aórtica.

La **válvula mitral** tiene dos cúspides, anterior y posterior. El adjetivo *mitral* hace alusión al parecido de la válvula con la mitra de los obispos. La válvula mitral se localiza posterior al esternón al nivel del 4.° cartílago costal. Cada una de estas cúspides recibe cuerdas tendinosas de más de un músculo papilar. Estos músculos y sus cuerdas sostienen la válvula, permitiendo que las cúspides resistan la presión desarrollada durante las contracciones (bombeo) del ventrículo izquierdo (fig. 1-57A). Las cuerdas tendinosas se tensan, justo antes de la sístole y durante ésta, impidiendo que las cúspides sean empujadas hacia el interior de la aurícula (atrio) izquierda. A medida que atraviesa el ventrículo izquierdo, el torrente sanguíneo experimenta dos giros en ángulo recto, cuyo resultado conjunto es un cambio de dirección de 180°. Esta inversión del flujo tiene lugar alrededor de la cúspide anterior de la válvula mitral (fig. 1-57B).

La **válvula aórtica** semilunar, entre el ventrículo izquierdo y la aorta ascendente, está situada oblicuamente (fig. 1-55). Se localiza posterior al lado izquierdo del esternón al nivel del 3.^{er} espacio intercostal.

VÁLVULAS SEMILUNARES

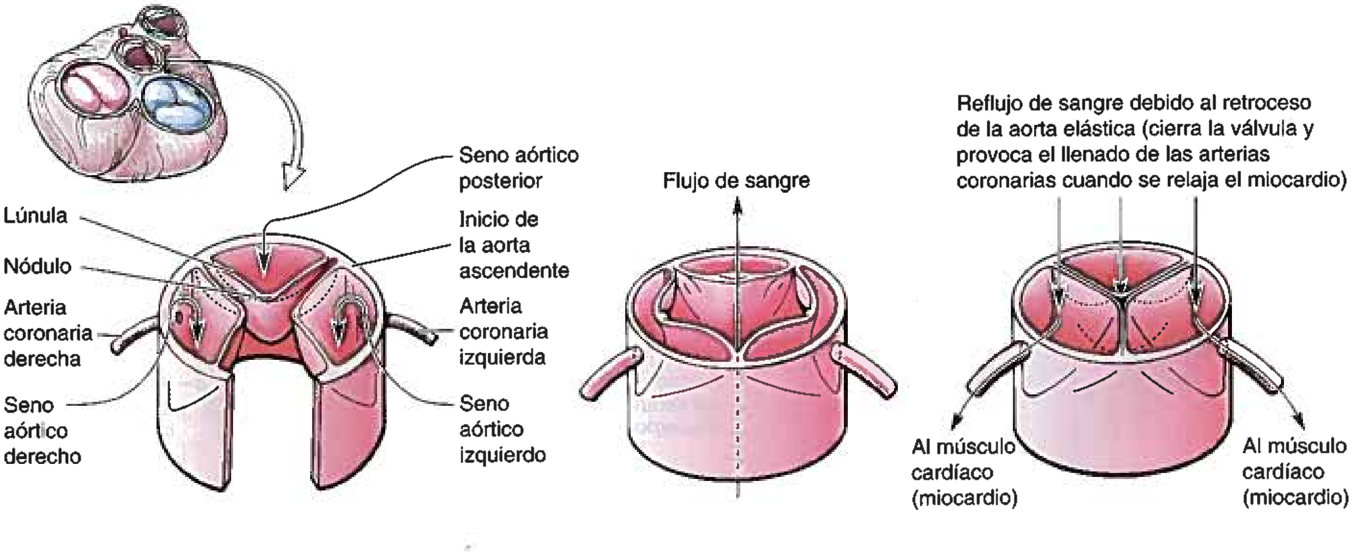
Cada una de las tres **valvas semilunares de la válvula pulmonar** (*anterior, derecha e izquierda*), al igual que las **valvas semilunares de la válvula aórtica** (*posterior, derecha e izquierda*), es cóncava cuando se ve superiormente (figs. 1-55B y 1-57A). (V. el cuadro azul «Bases para la denominación de las valvas de las válvulas aórtica y pulmonar», p. 153.) Las valvas semilunares no tienen cuerdas tendinosas que las sostengan. Su área es más pequeña que la de las cúspides de las válvulas AV, y la fuerza ejercida sobre ellas es menos de la mitad que la ejercida sobre las cúspides de las válvulas tricúspide y mitral. Las valvas se proyectan en la arteria, pero son presionadas hacia (y no contra) sus paredes a medida que la sangre sale del ventrículo (figs. 1-55C y 1-58B). Tras la relajación del ventrículo (*diástole*), la retracción elástica de la pared del tronco pulmonar o de la aorta hace retroceder la sangre hacia el corazón. Sin embargo, las valvas se cierran bruscamente, como un paraguas plegado por el viento, y así atrapan el flujo sanguíneo revertido (figs. 1-55B y 1-58C). Se juntan para cerrar por completo el orificio, apoyándose una en la otra a medida que sus bordes se encuentran y evitando así que una cantidad importante de sangre retorne al ventrículo.

El borde de cada valva se engrosa en la región de contacto, formando la **lúnula;** el vértice del borde angulado libre se engrosa adicionalmente formando el **nódulo** (fig. 1-58A). Inmediatamente superior a cada valva semilunar, las paredes de los orígenes del tronco pulmonar y la aorta están ligeramente dilatadas, formando un seno. Los **senos aórticos** y los **senos del tronco pulmonar** (senos pulmonares) son espacios situados en el origen del tronco pulmonar y de la aorta ascendente, entre la pared dilatada del vaso y cada valva de las válvulas semilunares (figs. 1-55B y 1-57A). La sangre que se encuentra en los senos y en la dilatación de la pared evita que las valvas golpeen contra la pared del vaso, lo que podría impedir el cierre.

El orificio de entrada a la arteria coronaria derecha está en el **seno aórtico derecho;** el de la arteria coronaria izquierda está en el **seno aórtico izquierdo;** y en el **seno aórtico posterior (no coronario)** no se origina ninguna arteria (figs. 1-57A y 1-58).

VASCULARIZACIÓN DEL CORAZÓN

Los vasos sanguíneos del corazón comprenden las arterias coronarias y las venas cardíacas, que llevan sangre hacia y desde la mayor parte del miocardio (figs. 1-59 y 1-61). El endocardio y parte del tejido subendocárdico localizado inmediatamente externo al endocardio reciben oxígeno y nutrientes por difusión o directamente por microvascularización desde las cavidades del corazón. Los vasos sanguíneos del corazón, normalmente embebidos en tejido graso, recorren la superficie del corazón justamente profundos al epicardio. En ocasiones, partes de los vasos se integran en el mio-


Seno aórtico posterior
Lúnula
Inicio de la aorta ascendente
Nódulo
Arteria coronaria derecha
Arteria coronaria izquierda
Seno aórtico derecho
Seno aórtico izquierdo
Flujo de sangre
Reflujo de sangre debido al retroceso de la aorta elástica (cierra la válvula y provoca el llenado de las arterias coronarias cuando se relaja el miocardio)
Al músculo cardíaco (miocardio)
Al músculo cardíaco (miocardio)

(A) Vista anterior de la válvula aórtica **(B) Válvula abierta** **(C) Válvula cerrada**

FIGURA 1-58. **Válvula aórtica, senos aórticos y arterias coronarias. A.** Al igual que la válvula pulmonar, la válvula aórtica tiene tres valvas semilunares: derecha, posterior e izquierda. **B.** La sangre expelida del ventrículo izquierdo fuerza la apertura de las valvas. **C.** Cuando se cierra la válvula, los nódulos y las lúnulas se encuentran en el centro.

cardio. La inervación de los vasos sanguíneos del corazón corresponde tanto al sistema simpático como al parasimpático.

Irrigación arterial del corazón. Las *arterias coronarias,* las primeras ramas de la aorta, irrigan el miocardio y el epicardio. Las arterias coronarias derecha e izquierda se originan de los correspondientes senos aórticos en la parte proximal de la aorta ascendente, justo por encima de la válvula aórtica, y pasan alrededor de los lados opuestos del tronco pulmonar (figs. 1-58 y 1-59; tabla 1-4). Las arterias coronarias irrigan tanto las aurículas como los ventrículos; sin embargo, las ramas auriculares suelen ser cortas y no se ven fácilmente en el corazón del cadáver. La distribución ventricular de cada arteria coronaria no está claramente delimitada.

La **arteria coronaria derecha (ACD)** se origina en el seno aórtico derecho de la aorta ascendente y pasa al lado derecho del tronco pulmonar, discurriendo por el surco coronario (figs. 1-58 y 1-59A). Cerca de su origen, la ACD normalmente da origen a una **rama para el nódulo sinoatrial (SA)** ascendente, que irriga el *nódulo sinoatrial.* La ACD desciende entonces por el surco coronario y da origen a la **rama marginal derecha,** que irriga el borde derecho del corazón a medida que discurre hacia el vértice (aunque no lo alcanza). Después de emitir esta rama, la ACD gira hacia la izquierda y continúa por el surco coronario hacia la cara posterior del corazón. En la cara posterior de la **cruz del corazón** —la unión de los tabiques interauricular (interatrial) e interventricular entre las cuatro cavidades del corazón— la ACD da origen a la **rama para el nódulo atrioventricular,** que irriga el *nódulo atrioventricular* (fig. 1-59A a C). Los nódulos SA y AV forman parte del *sistema de conducción del corazón* (p. 148).

El predominio del sistema arterial coronario viene definido por cuál es la arteria que da origen a la rama IV posterior (arteria descendente posterior). El predominio de la ACD es lo más habitual (aproximadamente en el 67 % de los sujetos) (fig. 1-59A); la arteria coronaria derecha da origen a una rama grande, la **rama interventricular posterior,** que desciende en el surco IV posterior hacia el vértice del corazón. Esta rama irriga áreas adyacentes de ambos ventrículos y envía **ramas septales interventriculares** perforantes para el TIV (fig. 1-59C). La rama terminal (ventricular izquierda) de la ACD continúa entonces, en un recorrido corto, por el surco coronario (fig. 1-59A y B). Así, en el patrón de distribución más frecuente, la ACD irriga la cara diafragmática del corazón (fig. 1-59 D).

Habitualmente, *la arteria coronaria derecha irriga* (fig. 1-59):

- La aurícula (atrio) derecha.
- La mayor parte del ventrículo derecho.
- Parte del ventrículo izquierdo (la cara diafragmática).
- Parte del TIV (normalmente el tercio posterior).
- El nódulo SA (en el 60 % de la población, aproximadamente).
- El nódulo AV (aproximadamente en el 80 % de la población).

La **arteria coronaria izquierda (ACI)** se origina en el *seno aórtico izquierdo* de la aorta ascendente (fig. 1-58), pasa entre la orejuela izquierda y el lado izquierdo del tronco pulmonar, y discurre por el surco coronario (fig. 1-59A y B). En un 40 % de las personas, aproximadamente, la **rama del nódulo sinoatrial** se origina de la rama circunfleja de la ACI y asciende por la cara posterior de la aurícula izquierda hacia el nódulo SA. Cuando entra en el surco coronario, en el extremo superior del surco IV anterior, la ACI se divide en dos ramas, la *rama interventricular anterior* (los clínicos siguen utilizando el término DAI, abreviatura de arteria «descendente anterior izquierda») y la *rama circunfleja* (fig. 1-59A y C).

La **rama interventricular anterior** pasa a lo largo del surco IV anterior hasta el vértice del corazón. En ese punto, gira alrededor del borde inferior del corazón y generalmente se anastomosa con la rama IV posterior de la ACD (fig. 1-59B). La rama IV anterior irriga porciones adyacentes de ambos ventrículos y, a través de ramas septales IV, los dos tercios anteriores del TIV (fig. 1-59C). En muchas personas, la rama IV anterior da origen a una **rama lateral** (arteria diagonal), que desciende por la cara anterior del corazón (fig. 1-59A).

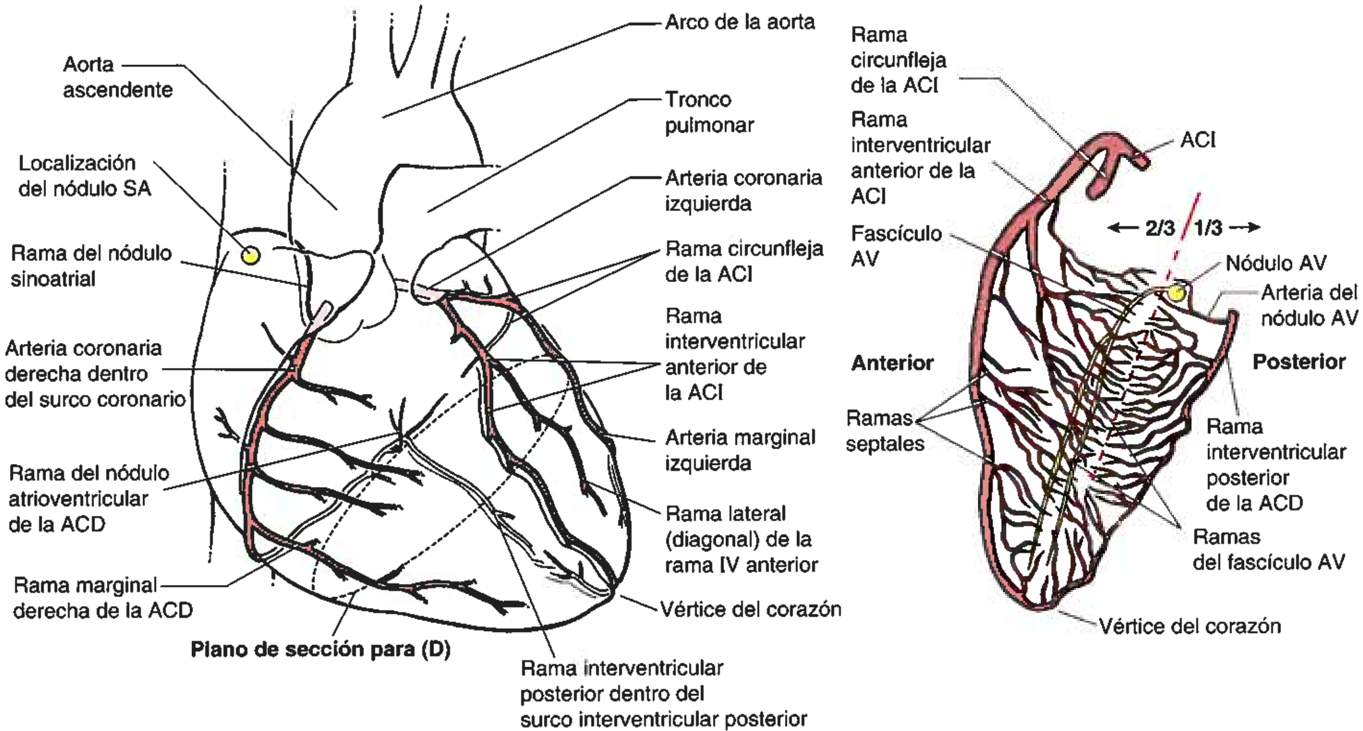
La **rama circunfleja de la ACI,** más pequeña, sigue el surco coronario alrededor del borde izquierdo del corazón hasta la cara posterior del corazón. La rama **marginal izquierda** de la rama circunfleja sigue el borde izquierdo del corazón e irriga el ventrículo izquierdo. Habitualmente, la rama circunfleja de la ACI termina en el surco coronario en la cara posterior del corazón, antes de alcanzar la cruz del corazón (fig. 1-59B), aunque en alrededor de un tercio de los corazones continúa para emitir una rama que discurre por el surco IV posterior (fig. 1-60B), o adyacente a él.

Habitualmente, *la arteria coronaria izquierda irriga* (fig. 1-59):

- La aurícula izquierda.
- La mayor parte del ventrículo izquierdo.
- Parte del ventrículo derecho.
- La mayor parte del TIV (normalmente sus dos tercios anteriores), incluido el fascículo AV del tejido de conducción, a través de sus ramas septales IV perforantes.
- El nódulo SA (en el 40 % de la población, aproximadamente).

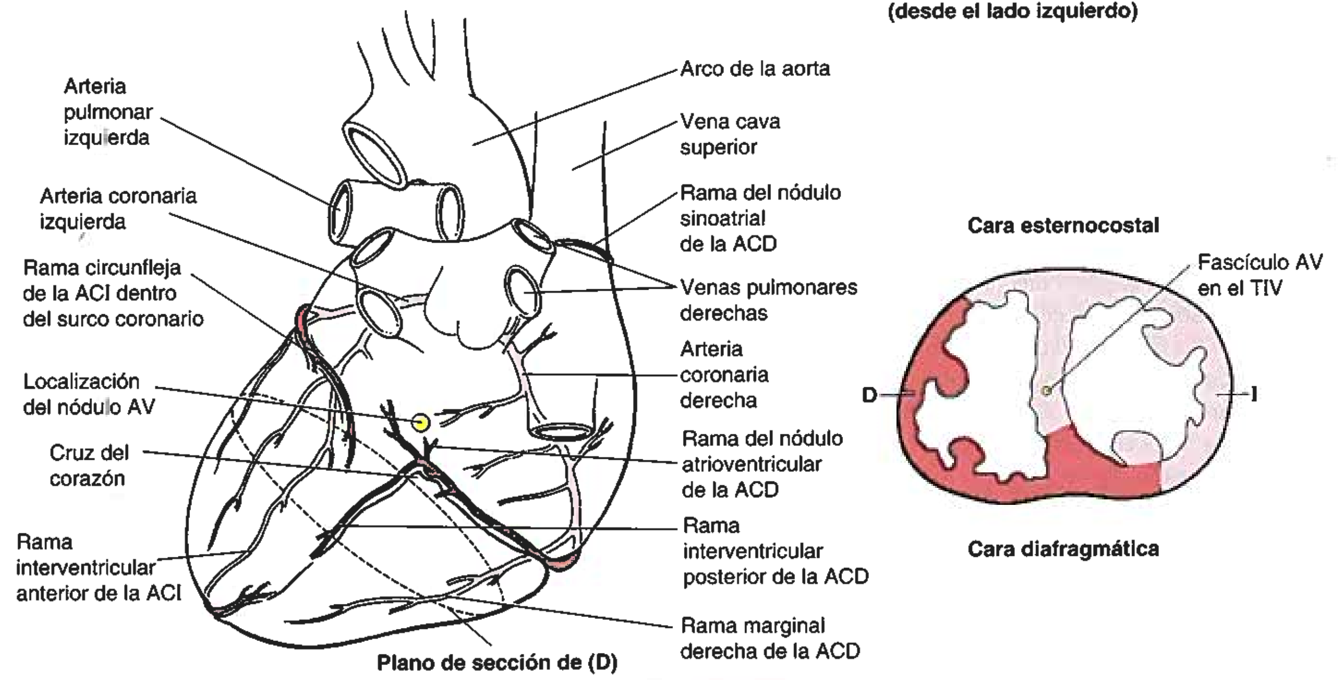
Variaciones de las arterias coronarias. Las variaciones en los patrones de ramificación de las arterias coronarias son frecuentes. En el *patrón dominante derecho,* más común, que presenta aproximadamente un 67 % de las personas, la ACD y la ACI comparten de forma similar la irrigación sanguínea del corazón (figs. 1-59 y 1-60A). En aproximadamente el 15 % de los corazones, la ACI es dominante en el sentido de que la rama IV posterior es una rama de la arteria circunfleja (fig. 1-60B). Hay codominancia en aproximadamente un 18 % de las personas, en las que las ramas de la ACD y la ACI alcanzan la cruz y dan ramas que discurren por el surco IV posterior o cerca de él. Unas pocas personas presentan una única arteria coronaria (fig. 1-60C). En otras, la arteria circunfleja se origina en el seno aórtico derecho (fig. 1-60D). Aproximadamente el 4 % de las personas tiene una arteria coronaria accesoria.

Circulación coronaria colateral. Las ramas de las arterias coronarias se consideran **arterias terminales funcionales** (arterias que irrigan regiones del miocardio que carecen de suficientes anastomosis con otras ramas grandes para mantener viable el tejido en caso de oclusión). No obstante, existen anastomosis entre ramas de las arterias coronarias, subepicárdicas o miocárdicas, y entre estas arterias y vasos extracardíacos, como los vasos torácicos (Standring, 2004). Hay anastomosis entre las terminaciones de las arterias coronarias derecha e izquierda en el surco coronario y entre las ramas IV alrededor del vértice en aproximadamente el 10 % de corazones aparentemente normales. La posibilidad de desarrollo de circulación colateral existe, probablemente, en la mayoría de los corazones, si no en todos.


Aorta ascendente
Localización del nódulo SA
Rama del nódulo sinoatrial
Arteria coronaria derecha dentro del surco coronario
Rama del nódulo atrioventricular de la ACD
Rama marginal derecha de la ACD
Plano de sección para (D)
Arco de la aorta
Tronco pulmonar
Arteria coronaria izquierda
Rama circunfleja de la ACI
Rama interventricular anterior de la ACI
Arteria marginal izquierda
Rama lateral (diagonal) de la rama IV anterior
Vértice del corazón
Rama interventricular posterior dentro del surco interventricular posterior
Rama circunfleja de la ACI
Rama interventricular anterior de la ACI
Fascículo AV
ACI
2/3
1/3
Nódulo AV
Arteria del nódulo AV
Anterior
Posterior
Ramas septales
Rama interventricular posterior de la ACD
Ramas del fascículo AV
Vértice del corazón

(A) Vista anterior

(C) Arterias del tabique interventricular aislado (desde el lado izquierdo)


Arteria pulmonar izquierda
Arteria coronaria izquierda
Rama circunfleja de la ACI dentro del surco coronario
Localización del nódulo AV
Cruz del corazón
Rama interventricular anterior de la ACI
Plano de sección de (D)
Arco de la aorta
Vena cava superior
Rama del nódulo sinoatrial de la ACD
Venas pulmonares derechas
Arteria coronaria derecha
Rama del nódulo atrioventricular de la ACD
Rama interventricular posterior de la ACD
Rama marginal derecha de la ACD
Cara esternocostal
Fascículo AV en el TIV
D
I
Cara diafragmática

(B) Vista posteroinferior

(D) Vista inferior de un corte transversal a través de los ventrículos por el plano que se indica en (A) y en (B)

FIGURA 1-59. **Arterias coronarias. A** y **B.** En el patrón de distribución más frecuente, la ACD se anastomosa con la rama circunfleja de la ACI (no se muestran las anastomosis) después de que la ACD haya dado origen a la arteria IV posterior. **A** a **C.** La arteria IV anterior (también llamada rama descendente anterior izquierda) se curva alrededor del vértice del corazón para anastomosarse con la arteria IV posterior. **C.** Se muestran las arterias del TIV. La rama de la ACD que va al nódulo AV es la primera de las muchas ramas septales de la arteria IV posterior. Las ramas septales de la rama interventricular anterior de la ACI irrigan los dos tercios anteriores del TIV. Debido a que el fascículo AV y las ramas fasciculares están situadas centralmente y sobre el TIV, típicamente la ACI proporciona la mayor parte de sangre a este tejido de conducción. **D.** El corte transversal de los ventrículos derecho e izquierdo pone de manifiesto el patrón de distribución de sangre más común desde la ACD *(rojo)* y la ACI *(rosa)* hasta las paredes ventriculares y el TIV. ACD, arteria coronaria derecha; ACI, arteria coronaria izquierda; AV, atrioventricular; IV, interventricular; SA, sinoatrial; TIV, tabique interventricular.

TABLA 1-4. IRRIGACIÓN ARTERIAL DEL CORAZÓN

Arteria/Rama	Origen	Recorrido	Distribución	Anastomosis
Coronaria derecha	Seno aórtico derecho	Sigue el surco coronario (AV) entre aurículas (atrios) y ventrículos	Aurícula (atrio) derecha, nódulos SA y AV y porción posterior del TIV	Ramas circunfleja e IV anterior de la ACI
Del nódulo SA	ACD cerca de su origen (en el 60%)	Asciende hacia el nódulo SA	Tronco pulmonar y nódulo SA	
Marginal derecha	ACD	Pasa hacia el borde inferior del corazón y el vértice	Ventrículo derecho y vértice del corazón	Ramas IV
Interventricular posterior	ACD (en el 67%)	Discurre en el surco IV posterior hacia el vértice del corazón	Ventrículos derecho e izquierdo y tercio posterior del TIV	Rama IV anterior de la ACI (en el vértice)
Del nódulo AV	ACD cerca del origen de la arteria IV posterior	Pasa hacia el nódulo AV	Nódulo AV	
Coronaria izquierda	Seno aórtico izquierdo	Discurre por el surco coronario y da origen a las ramas IV anterior y circunfleja	La mayor parte de la aurícula (atrio) y del ventrículo izquierdos, TIV y fascículo AV; puede irrigar el nódulo AV	ACD
Del nódulo SA	Rama circunfleja de la ACI (en un 40%)	Asciende sobre la superficie posterior de la aurícula (atrio) izquierda hacia el nódulo SA	Aurícula (atrio) izquierda y nódulo SA	
Interventricular anterior	ACI	Pasa a lo largo del surco IV anterior hacia el vértice	Ventrículos derecho e izquierdo; dos tercios anteriores del TIV	Rama IV posterior de la ACD (en el vértice)
Circunfleja	ACI	Pasa hacia la izquierda por el surco coronario y discurre hacia la cara posterior del corazón	Aurícula (atrio) y ventrículo izquierdos	ACD
Marginal izquierda	Rama circunfleja de la ACI	Sigue el borde izquierdo del corazón	Ventrículo izquierdo	Ramas IV
Interventricular posterior	ACI (en un 33%)	Discurre en el surco IV posterior hacia el vértice del corazón	Ventrículos derecho e izquierdo, y tercio posterior del TIV	Rama IV anterior de la ACI (en el vértice)

ACD, arteria coronaria derecha; ACI, arteria coronaria izquierda; AV, atrioventricular; IV, interventricular; SA, sinoatrial; TIV, tabique interventricular.

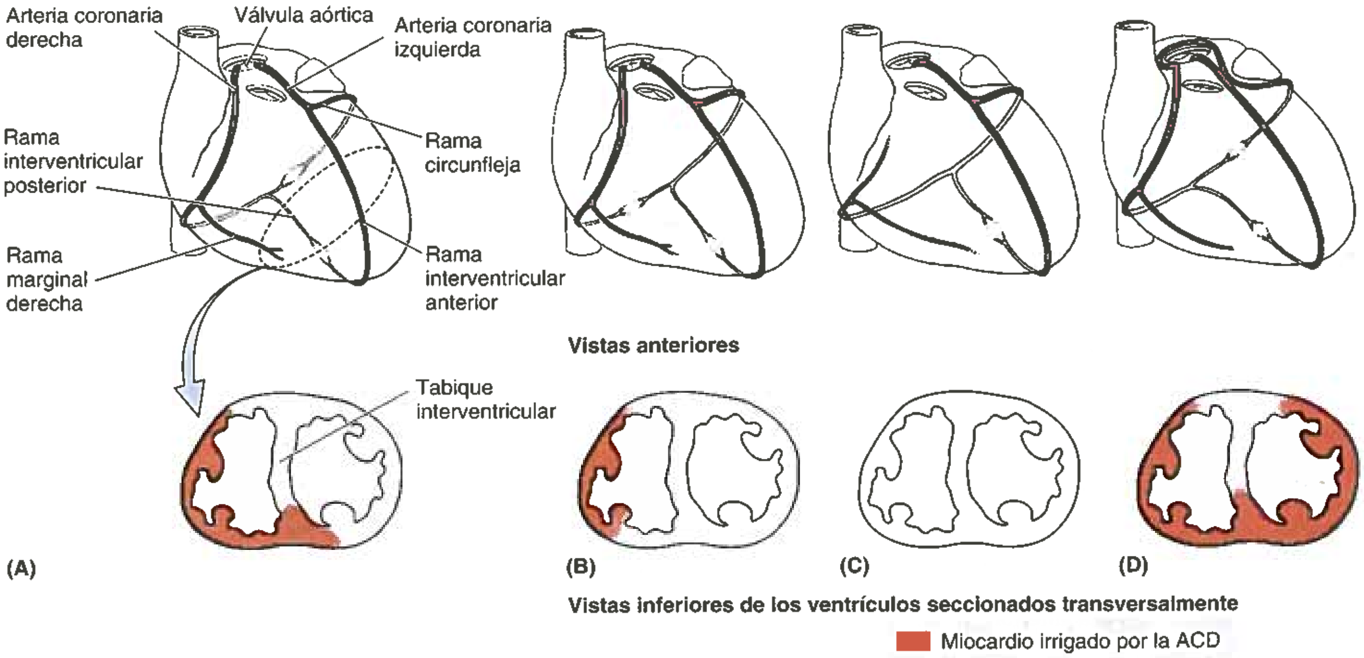

Arteria coronaria derecha
Válvula aórtica
Arteria coronaria izquierda
Rama interventricular posterior
Rama circunfleja
Rama marginal derecha
Rama interventricular anterior
Vistas anteriores
Tabique interventricular
(A)
(B)
(C)
(D)
Vistas inferiores de los ventrículos seccionados transversalmente
🟥 Miocardio irrigado por la ACD

FIGURA 1-60. Variaciones en la distribución de las arterias coronarias. A. En el patrón más frecuente (67%), la ACD es dominante, dando origen a la rama interventricular posterior. **B y C.** La ACI da origen a la rama interventricular posterior en aproximadamente el 15% de los individuos. **D.** Se dan otras muchas variaciones.

Drenaje venoso del corazón. El corazón es drenado sobre todo por venas que desembocan en el seno coronario y parcialmente por pequeñas venas que desembocan en la aurícula (atrio) derecha (fig. 1-61). El **seno coronario,** la vena principal del corazón, es un conducto venoso amplio que discurre de izquierda a derecha en la porción posterior del surco coronario. El seno coronario recibe a la vena cardíaca magna en su extremo izquierdo y a las venas cardíacas media y menor en el derecho. La vena posterior del ventrículo izquierdo y la vena marginal izquierda también desembocan en el seno coronario.

La **vena cardíaca magna** es la tributaria principal del seno coronario. Su primera porción, la **vena interventricular anterior,** empieza cerca del vértice del corazón y asciende con *la rama interventricular anterior de la arteria coronaria izquierda*. En el surco coronario gira a la izquierda y su segunda porción rodea el lado izquierdo del corazón con la rama circunfleja de la ACI para llegar al seno coronario. (Una situación poco corriente se produce aquí: ¡la sangre fluye en la misma dirección en la arteria y la vena pareadas!) La vena cardíaca magna drena las áreas del corazón irrigadas por la ACI.

La **vena cardíaca media (vena interventricular posterior)** acompaña a la *rama interventricular posterior* (que normalmente se origina en la ACD). Una **vena cardíaca menor** acompaña a la *rama marginal derecha* de la ACD. De ese modo, estas dos venas drenan la mayor parte de las áreas que normalmente irriga la ACD. La **vena oblicua de la aurícula (atrio) izquierda** (de Marshall) es un pequeño vaso, relativamente poco importante en la vida posnatal, que desciende sobre la pared posterior de la aurícula (atrio) izquierda y se fusiona con la vena cardíaca magna para formar el *seno coronario* (delimitando el comienzo del seno). La vena oblicua es el vestigio de la VCS izquierda embrionaria, que normalmente se atrofia durante el período fetal, aunque ocasionalmente persiste en los adultos, sustituyendo o potenciando la VCS derecha.

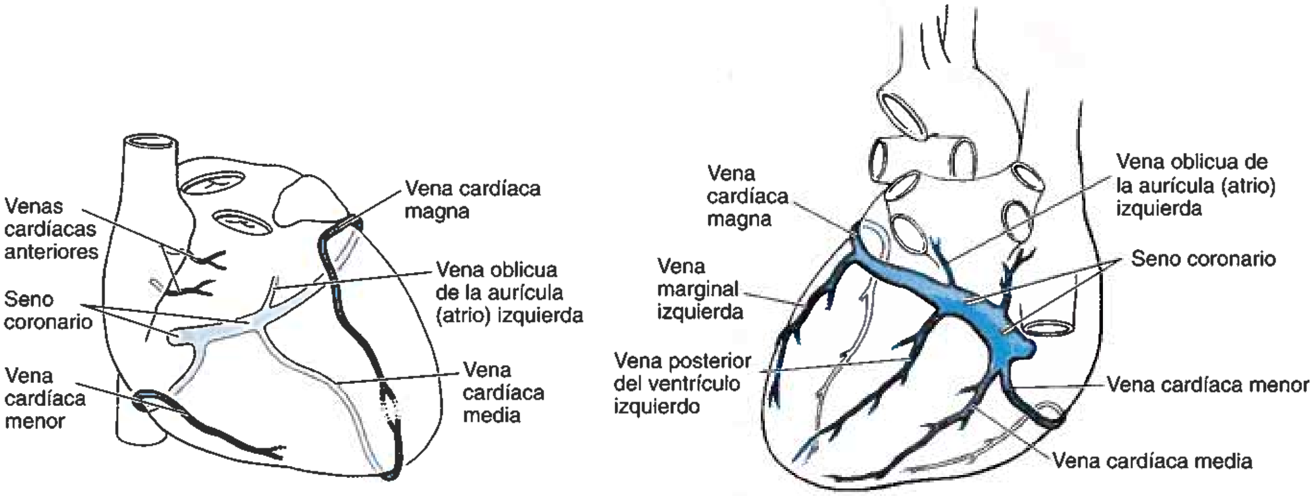
Algunas venas cardíacas no drenan a través del seno coronario. Varias pequeñas **venas cardíacas anteriores** empiezan sobre la cara anterior del ventrículo derecho, cruzan el surco coronario y, normalmente, desembocan directamente en la aurícula (atrio) derecha; a veces lo hacen en la vena cardíaca menor. Las **venas cardíacas mínimas** son vasos diminutos que empiezan en los lechos capilares del miocardio y desembocan directamente en las cavidades del corazón, sobre todo en las aurículas (atrios). Aunque se denominan venas, son comunicaciones sin válvulas con los lechos capilares del miocardio y pueden transportar sangre desde las cavidades cardíacas hasta el miocardio.

Drenaje linfático del corazón. Los vasos linfáticos del miocardio y el tejido conectivo subendocárdico se dirigen hacia el **plexo linfático subepicárdico.** Los vasos linfáticos de este plexo pasan hacia el surco coronario y siguen a las arterias coronarias. Un vaso linfático único, formado por la unión de varios vasos linfáticos del corazón, asciende entre el tronco pulmonar y la aurícula (atrio) izquierda y acaba en los **nódulos linfáticos traqueobronquiales inferiores,** normalmente en el lado derecho.

SISTEMAS DE ESTIMULACIÓN, CONDUCCIÓN Y REGULACIÓN DEL CORAZÓN

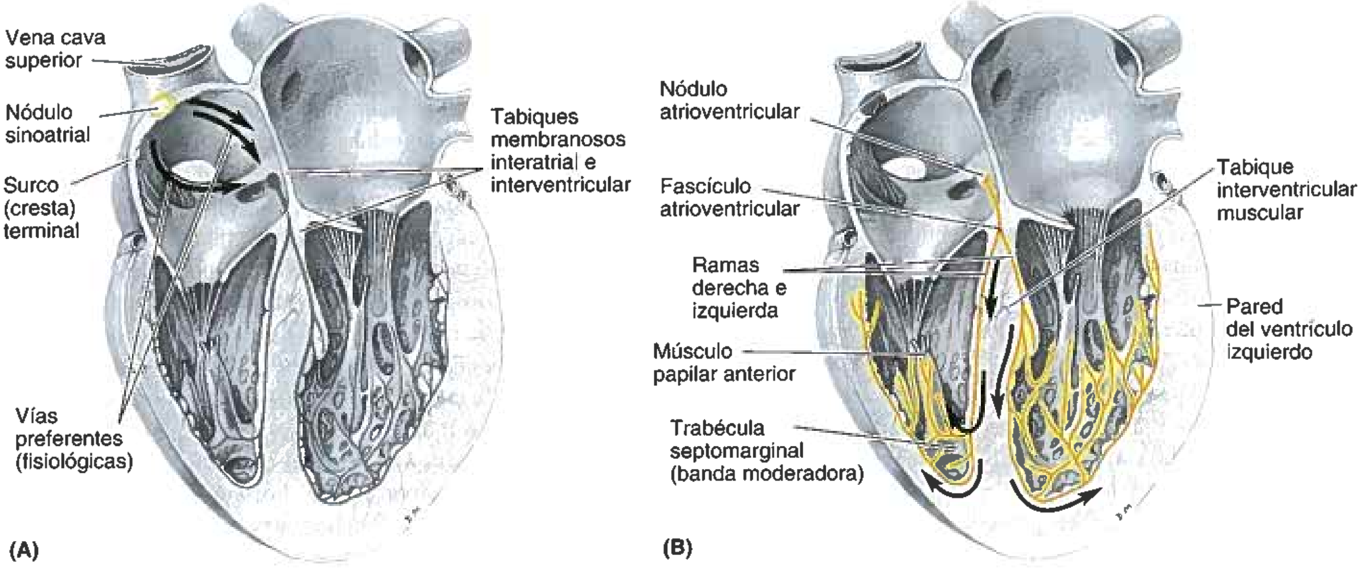
Sistema de estimulación y conducción del corazón. En la secuencia ordinaria de acontecimientos del ciclo cardíaco, la aurícula (atrio) y el ventrículo actúan conjuntamente como una bomba. El **sistema de conducción del corazón** (fig. 1-62) genera y transmite los impulsos que producen las contracciones coordinadas del *ciclo cardíaco* (tratado previamente en este capítulo). El sistema de conducción está formado por *tejido nodal* que inicia el latido y coordina las contracciones de las cuatro cavidades cardíacas, y por *fibras de conducción*, altamente especializadas, que las conducen rápidamente a las diferentes áreas del corazón. Los impulsos se propagan entonces por las células del músculo estriado cardíaco, de forma que las paredes de las cavidades se contraen simultáneamente.

El **nódulo sinoatrial (sinoauricular)** está situado anterolateralmente justamente profundo al epicardio en la unión de la VCS y la



Vista anterior **Vista posteroinferior**

FIGURA 1-61. Venas del corazón. Las venas cardíacas magna, media y menor, la vena oblicua de la aurícula (atrio) izquierda y la vena posterior del ventrículo izquierdo son los principales vasos que drenan en el seno coronario. El seno coronario, a su vez, drena en la aurícula (atrio) derecha. Las venas cardíacas anteriores drenan directamente en la orejuela de la aurícula (atrio) derecha.


Vena cava superior
Nódulo sinoatrial
Surco (cresta) terminal
Vías preferentes (fisiológicas)
Tabiques membranosos interatrial e interventricular
(A)
Nódulo atrioventricular
Fascículo atrioventricular
Ramas derecha e izquierda
Músculo papilar anterior
Trabécula septomarginal (banda moderadora)
Tabique interventricular muscular
Pared del ventrículo izquierdo
(B)

Vistas anterosuperiores

FIGURA 1-62. Sistema de conducción del corazón. A. Los impulsos *(flechas)* que se originan en el nódulo sinoatrial, situado en el extremo superior del surco (internamente, cresta) terminal, se propagan a través de la musculatura auricular (atrial) hasta el nódulo atrioventricular. **B.** Los impulsos *(flechas)* recibidos por el nódulo atrioventricular, en la porción inferior del tabique interauricular (interatrial), son conducidos a través del fascículo atrioventricular y sus ramas hasta el miocardio. El fascículo atrioventricular empieza en el nódulo atrioventricular y se divide en ramas derecha e izquierda en la unión de las porciones membranosa y muscular del TIV.

aurícula (atrio) derecha, cerca del extremo superior del *surco terminal* (figs. 1-59A y 1-62A). El nódulo SA —una pequeña acumulación de tejido nodal, fibras musculares cardíacas especializadas, y tejido conectivo fibroelástico asociado— es el *marcapasos del corazón*. *El nódulo sinoatrial inicia y regula los impulsos para las contracciones del corazón*, proporcionando un impulso unas 70 veces por minuto en la mayoría de las personas, la mayor parte del tiempo. La señal de contracción desde el nódulo SA se propaga miogénicamente (a través del músculo) de ambas aurículas (atrios). El nódulo SA está irrigado por la **arteria del nódulo sinoatrial,** que se origina habitualmente como una rama auricular (atrial) de la ACD (en el 60 % de las personas), aunque a menudo se origina en la ACI (en el 40 %). El nódulo SA es estimulado por la división simpática del sistema nervioso autónomo para acelerar la frecuencia cardíaca y es inhibido por la división parasimpática para volver o aproximarse a la frecuencia basal.

El **nódulo atrioventricular (auriculoventricular)** es una agrupación más pequeña de tejido nodal que la del nódulo SA. Está localizado en la región posteroinferior del TIV, cerca del orificio del seno coronario (figs. 1-59A a C y 1-62B). La señal generada por el nódulo SA pasa a través de las paredes de la aurícula derecha y se propaga por el músculo cardíaco **(conducción miógena),** que transmite la señal rápidamente desde el nódulo SA al nódulo AV. A continuación, el nódulo AV distribuye la señal hacia los ventrículos a través del **fascículo atrioventricular** (fig. 1-62B). La estimulación simpática acelera la conducción y la estimulación parasimpática la lentifica. El fascículo AV, el único puente de conducción entre los miocardios auricular (atrial) y ventricular, pasa desde el nódulo AV a través del *esqueleto fibroso del corazón* (v. figura 1-51) y a lo largo de la porción membranosa del TIV.

En la unión de las porciones membranosa y muscular del TIV, el fascículo AV se divide en las **ramas derecha** e **izquierda** del fascículo (fig. 1-62B). Estas ramas pasan por cada lado de la porción muscular del TIV profundas al endocardio y luego se ramifican en **ramas subendocárdicas** (fibras de Purkinje), que se extienden por las paredes de los ventrículos respectivos. Las ramas subendocárdicas de la *rama derecha* estimulan el músculo del TIV, el músculo papilar anterior a través de la trabécula septomarginal (banda moderadora), y la pared del ventrículo derecho. La *rama izquierda* se divide cerca de su origen en, aproximadamente, seis haces más pequeños, que dan lugar a ramas subendocárdicas que estimulan el TIV, los músculos papilares anterior y posterior, y la pared del ventrículo izquierdo.

El nódulo AV está irrigado por la **arteria del nódulo atrioventricular,** la más grande y generalmente la primera rama septal IV de la arteria IV posterior, una rama de la ACD en el 80 % de las personas (fig. 1-59A a C). Así, la irrigación arterial tanto del nódulo SA como la del AV procede normalmente de la ACD. Sin embargo, el fascículo AV atraviesa el centro del TIV, los dos tercios del cual están irrigados por ramas septales de la rama IV anterior de la ACI (fig. 1-59C y D).

La generación del impulso y su conducción pueden resumirse del siguiente modo:

- El nódulo SA inicia un impulso que es conducido rápidamente hacia las fibras musculares cardíacas de las aurículas (atrios) y provoca su contracción (fig. 1-62A).
- El impulso se propaga mediante conducción miogénica, que transmite el impulso rápidamente desde el nódulo SA al nódulo AV.
- La señal se distribuye desde el nódulo AV a través del fascículo AV y sus ramas derecha e izquierda, que pasan por cada lado del TIV para dar ramas subendocárdicas a los músculos papilares y a las paredes de los ventrículos (fig. 1-62B).

Inervación del corazón. El corazón está inervado por fibras nerviosas autónomas procedentes del **plexo cardíaco** (fig. 1-63; v. también la fig. 1-68B y C), que a menudo bastante artificialmente se divide en porción superficial y porción profunda. Esta red nerviosa, según se describe con más frecuencia, está situada sobre la superficie anterior de la bifurcación de la *tráquea* (una estructura respiratoria), ya que en la disección se observa comúnmente después de extirpar la aorta ascendente y la bifurcación del tronco pulmonar. Sin embargo, su relación primaria es con la cara posterior de estas dos últimas estructuras, en especial la aorta ascendente. El plexo cardíaco está formado por fibras simpáticas y parasimpáticas en ruta hacia el corazón, así como por fibras aferentes viscerales que conducen fibras reflejas y nociceptivas desde el corazón. Las fibras se dirigen desde el plexo a lo largo y hacia los vasos coronarios y los componentes del sistema de conducción, en particular el nódulo SA.

La **inervación simpática** procede de fibras presinápticas, cuyos cuerpos celulares residen en los núcleos intermediolaterales (astas laterales) de los cinco o seis segmentos torácicos superiores de la médula espinal, y de fibras simpáticas postsinápticas con cuerpos celulares en los ganglios paravertebrales cervicales y torácicos superiores de los troncos simpáticos. Las fibras postsinápticas atraviesan los *nervios esplácnicos cardiopulmonares* y el plexo cardíaco, y terminan en los nódulos SA y AV, y se relacionan con las terminaciones de las fibras parasimpáticas en las arterias coronarias. La *estimulación simpática* aumenta la frecuencia cardíaca, la conducción del impulso y la fuerza de contracción, y al mismo tiempo aumenta el flujo a través de los vasos coronarios para soportar este aumento de la actividad. La estimulación adrenérgica del nódulo SA y del tejido de conducción aumenta la frecuencia de despolarización de las células marcapasos mientras aumenta la conducción AV. La *estimulación adrenérgica* directa a partir de fibras nerviosas simpáticas, así como la estimulación hormonal suprarrenal indirecta, aumentan la contractilidad auricular (atrial) y ventricular. La mayor parte de los receptores adrenérgicos de los vasos coronarios son receptores β_2, que al ser activados producen relajación (o quizás inhibición) del músculo liso vascular y, por consiguiente, dilatación de las arterias (Wilson-Pauwels *et al.*, 1997). Esto aporta más oxígeno y nutrientes al miocardio durante los períodos de mayor actividad.

La *inervación parasimpática* del corazón procede de fibras presinápticas de los nervios vagos. Los cuerpos celulares parasimpáticos postsinápticos (ganglios intrínsecos) se localizan en la pared auricular (atrial) y en el tabique interauricular (interatrial), cerca de los nódulos SA y AV, y a lo largo de las arterias coronarias. La *estimulación parasimpática* disminuye la frecuencia cardíaca, reduce la fuerza de contracción y constriñe las arterias coronarias, con lo cual se ahorra energía entre períodos de mayor necesidad. Las fibras parasimpáticas postsinápticas liberan acetilcolina, que se une a los *receptores muscarínicos* para enlentecer la velocidad de despolarización de las células marcapasos y la conducción AV, así como para disminuir la contractilidad de las aurículas (atrios).

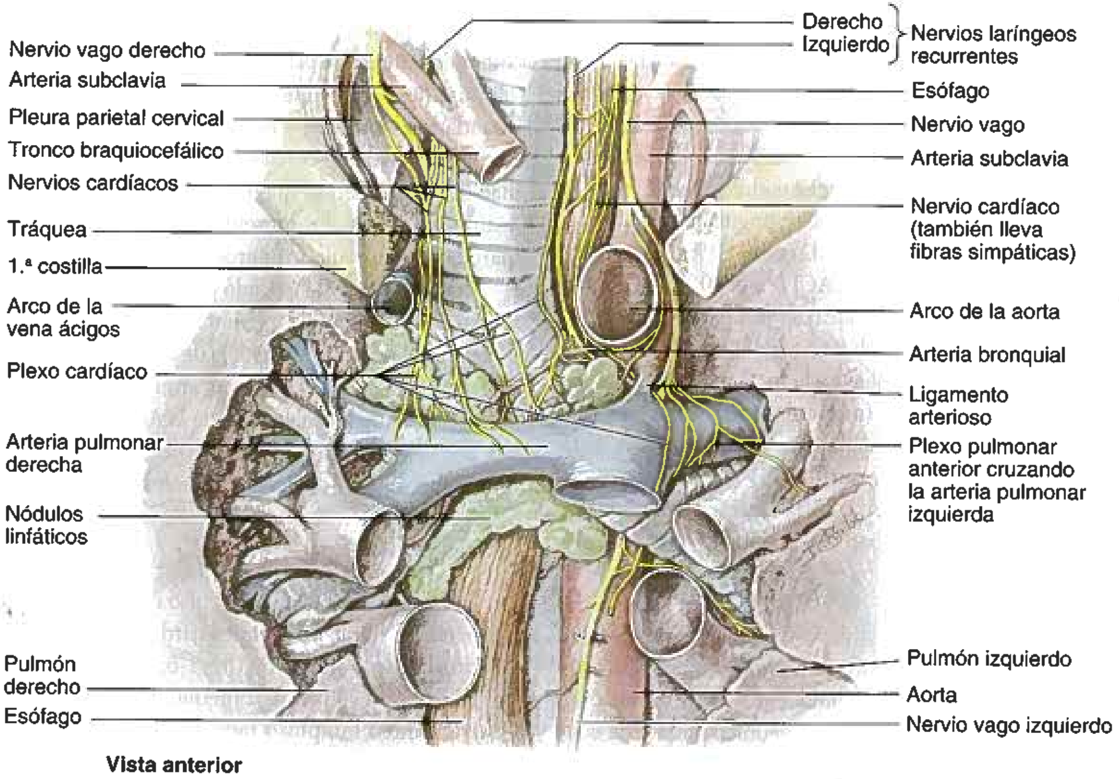

Nervio vago derecho
Arteria subclavia
Pleura parietal cervical
Tronco braquiocefálico
Nervios cardíacos
Tráquea
1.ª costilla
Arco de la vena ácigos
Plexo cardíaco
Arteria pulmonar derecha
Nódulos linfáticos
Pulmón derecho
Esófago
Vista anterior
Derecho
Izquierdo
Nervios laríngeos recurrentes
Esófago
Nervio vago
Arteria subclavia
Nervio cardíaco (también lleva fibras simpáticas)
Arco de la aorta
Arteria bronquial
Ligamento arterioso
Plexo pulmonar anterior cruzando la arteria pulmonar izquierda
Pulmón izquierdo
Aorta
Nervio vago izquierdo

FIGURA 1-63. Plexos y nervios cardíacos. Esta disección del mediastino superior y posterior muestra los ramos cardíacos del nervio vago (NC X) y los troncos simpáticos descendiendo a ambos lados de la tráquea para formar el plexo cardíaco. Aunque aquí se ve anterior a la bifurcación traqueal, la relación principal del plexo cardíaco es con la aorta ascendente y el tronco pulmonar; se ha extirpado la primera para exponer el plexo.

CORAZÓN

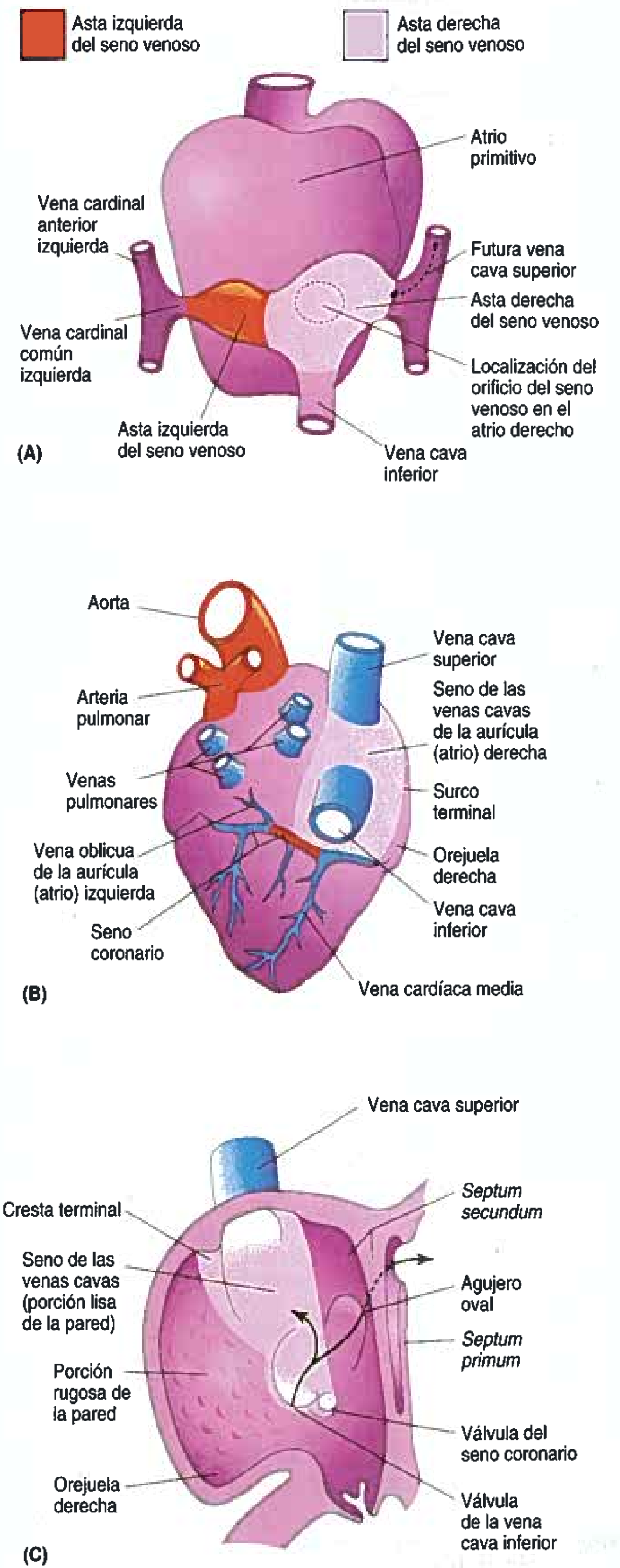
Cateterismo cardíaco

En el cateterismo cardíaco se inserta un catéter radiopaco en una vena periférica (p. ej., la vena femoral) y se lleva, con control fluoroscópico, a través de la aurícula derecha, el ventrículo derecho, el tronco pulmonar y las arterias pulmonares. Mediante esta técnica pueden registrarse las presiones intracardíacas y obtenerse muestras de sangre. Si se inyecta un medio de contraste radiopaco, puede seguirse su recorrido por el corazón y los grandes vasos mediante radiografías seriadas. Alternativamente, puede utilizarse la **cinerradiografía** para observar el flujo de colorante en tiempo real. Las dos técnicas permiten estudiar la circulación por un corazón en funcionamiento y son útiles para estudiar defectos cardíacos congénitos.

Embriología de la aurícula (atrio) derecha

El atrio primitivo está representado en el adulto por la orejuela derecha. La aurícula (atrio) definitiva se ve agrandada por la incorporación de la mayor parte del *seno venoso* (fig. C1-19A a C). El seno coronario también es un derivado de este seno venoso. La parte del seno venoso que se incorpora en el atrio primitivo pasa a ser el seno de las venas cavas de paredes lisas de la aurícula (atrio) derecha del adulto (v. fig. 1-53A), en el cual drenan todas las venas, incluido el seno coronario. La línea de fusión del atrio primitivo (la orejuela del adulto) y el seno de las venas cavas (el derivado del seno venoso) está marcada interiormente por la *cresta terminal* y externamente por el *surco terminal*. El nódulo SA, que se ha comentado antes en el presente capítulo, se localiza justo enfrente de la abertura de la VCS en el extremo superior de la cresta terminal (es decir, en el borde entre el atrio primitivo y el seno venoso; de ahí su nombre).

Antes del nacimiento, la válvula de la VCI dirige la mayoría de la sangre oxigenada que vuelve desde la placenta por la vena umbilical y la VCI hacia el agujero oval del tabique interauricular (interatrial), a través del cual pasa a la aurícula (atrio) izquierda (fig. C1-19D). El agujero oval tiene una válvula en forma de lengüeta que permite la derivación derecha-izquierda, pero la impide izquierda-derecha. Al nacer, cuando el bebé hace su primera respiración, los pulmones se expanden con aire y la presión en la aurícula (atrio) derecha cae por debajo de la de la aurícula (atrio) izquierda (fig. C1-19E). En consecuencia, el agujero oval se cierra por primera y última vez, y su válvula suele fusionarse con el tabique interauricular (interatrial). El agujero oval obliterado está representado en el tabique interauricular (interatrial) posnatal por la depresión de la fosa oval. El **borde de la fosa oval** rodea la fosa. El suelo de la fosa está formado por la válvula del agujero oval. La **válvula de la vena cava inferior,** rudimentaria, una formación de tejido en semiluna, no tiene ninguna función después del nacimiento; su tamaño varía considerablemente y puede estar ausente.



🟥 Asta izquierda del seno venoso
▢ Asta derecha del seno venoso
Atrio primitivo
Vena cardinal anterior izquierda
Futura vena cava superior
Asta derecha del seno venoso
Vena cardinal común izquierda
Localización del orificio del seno venoso en el atrio derecho
Asta izquierda del seno venoso
(A)
Vena cava inferior
Aorta
Vena cava superior
Arteria pulmonar
Seno de las venas cavas de la aurícula (atrio) derecha
Venas pulmonares
Surco terminal
Vena oblicua de la aurícula (atrio) izquierda
Orejuela derecha
Vena cava inferior
Seno coronario
(B)
Vena cardíaca media
Vena cava superior
Cresta terminal
Septum secundum
Seno de las venas cavas (porción lisa de la pared)
Agujero oval
Septum primum
Porción rugosa de la pared
Válvula del seno coronario
Orejuela derecha
Válvula de la vena cava inferior
(C)

FIGURA C1-19. Desarrollo de las características de la aurícula (atrio) derecha *(continúa).*

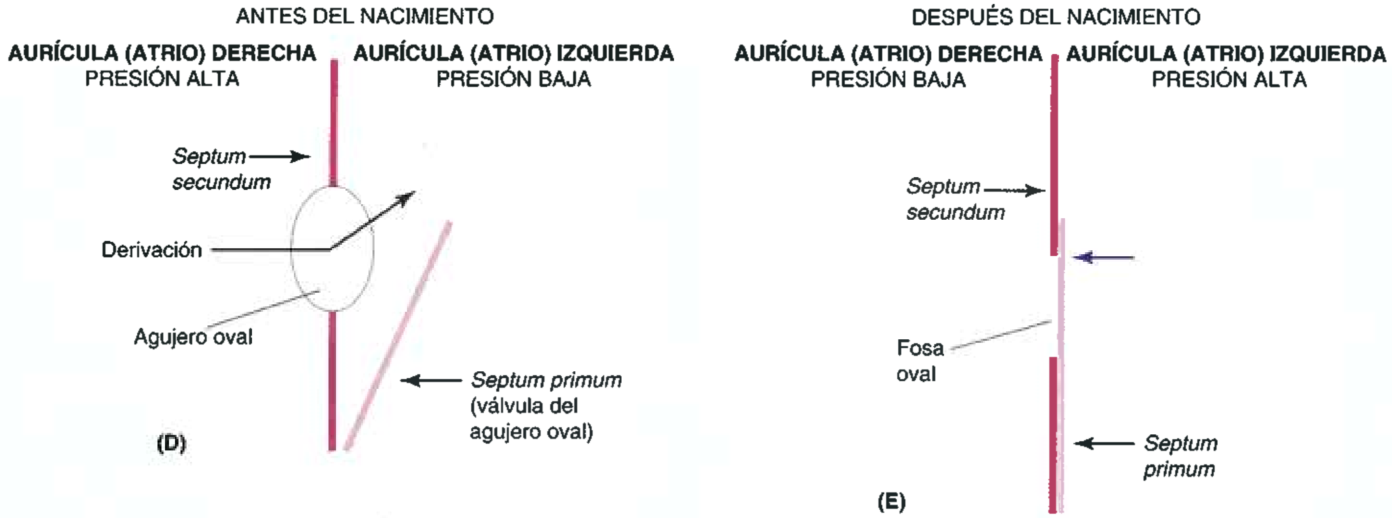

ANTES DEL NACIMIENTO
AURÍCULA (ATRIO) DERECHA
PRESIÓN ALTA
AURÍCULA (ATRIO) IZQUIERDA
PRESIÓN BAJA
Septum secundum
Derivación
Agujero oval
Septum primum (válvula del agujero oval)
(D)
DESPUÉS DEL NACIMIENTO
AURÍCULA (ATRIO) DERECHA
PRESIÓN BAJA
AURÍCULA (ATRIO) IZQUIERDA
PRESIÓN ALTA
Septum secundum
Fosa oval
Septum primum
(E)

FIGURA C1-19. *(Continuación)* **Desarrollo de las características de la aurícula (atrio) derecha.**

Defectos de tabicación

DEFECTOS DE TABICACIÓN DE LA AURÍCULA (ATRIO)

Una anomalía congénita del tabique interauricular (interatrial), normalmente el cierre incompleto del agujero oval, es un *defecto de tabicación de la aurícula (atrio) (DTA)*. En el 15 %-25 % de los adultos, en la parte superior de la fosa oval aparece una abertura (defecto) del tamaño de una sonda (Moore y Persaud, 2008). Estos pequeños DTA no provocan, por sí mismos, alteraciones hemodinámicas, y por tanto carecen de significación clínica y no deben considerarse una forma de DTA. Los *DTA clínicamente significativos* varían mucho en su tamaño y localización, y pueden formar parte de una cardiopatía congénita más compleja. Los DTA de mayor tamaño permiten que la sangre oxigenada de los pulmones se derive desde la aurícula (atrio) izquierda a la derecha a través del defecto, lo que produce una hipertrofia de la aurícula (atrio) y el ventrículo derechos y una dilatación del tronco pulmonar (fig. C1-20A). Esta derivación izquierda-derecha sobrecarga el sistema vascular pulmonar, lo que provoca *hipertrofia de la aurícula (atrio) y el ventrículo derechos*, y de las arterias pulmonares.

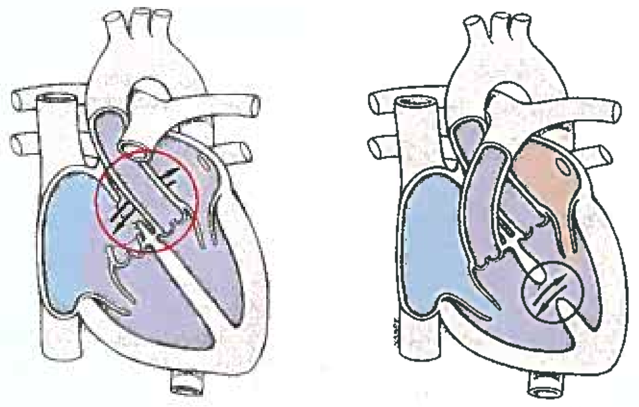


FIGURA C1-20. Defectos de tabicación. A. Defecto de tabicación de la aurícula (atrio). **B.** Defecto de tabicación del ventrículo.

DEFECTOS DE TABICACIÓN DEL VENTRÍCULO

La porción membranosa del TIV se desarrolla por separado de la porción muscular del tabique y tiene un origen embrionario complejo. En consecuencia, esta porción es la localización habitual de los *defectos de tabicación del ventrículo (DTV)*, aunque también existen defectos de la porción muscular (fig. C1-20B). *Los DTV son los más habituales de todos los defectos cardíacos*. Los DTV aislados constituyen, aproximadamente, el 25 % de todas las formas de enfermedad cardíaca congénita. El tamaño de los defectos va desde 1 a 25 mm, y se produce una derivación de izquierda a derecha a través del defecto. Una derivación grande incrementa el flujo sanguíneo pulmonar, que causa neumopatía grave (*hipertensión*, o aumento de la presión sanguínea) y puede producir *insuficiencia cardíaca*. El DTV de la porción muscular, mucho menos frecuente, suele cerrarse espontáneamente durante la niñez (Creasy y Resnik, 1999).

Percusión del corazón

La *percusión* permite establecer la densidad y tamaño del corazón. La técnica clásica de percusión consiste en crear una vibración al golpear suavemente el tórax con un dedo, mientras se escuchan y perciben diferencias en la conducción de las ondas sonoras. La percusión se realiza al nivel de los espacios intercostales 3.°, 4.° y 5.° desde la línea axilar anterior izquierda hasta la línea axilar anterior derecha (fig. C1-21). Normalmente, la percusión percibe cambios desde la resonancia hasta la matidez (debido a la presencia del corazón) a unos 6 cm del borde externo izquierdo del esternón.

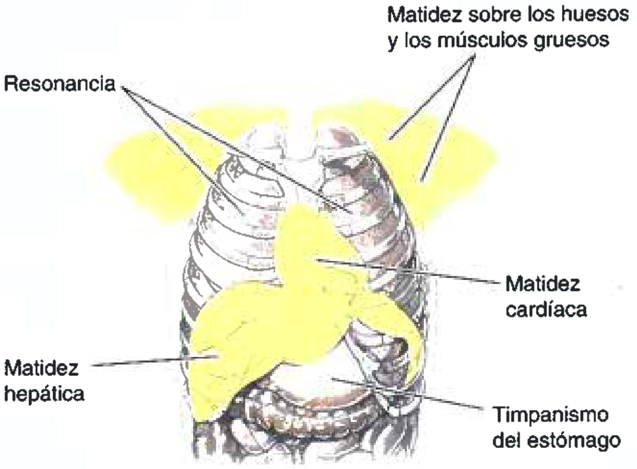


FIGURA C1-21. **Zonas de matidez *(amarillo)* y resonancia *(no sombreada)* del tórax.**

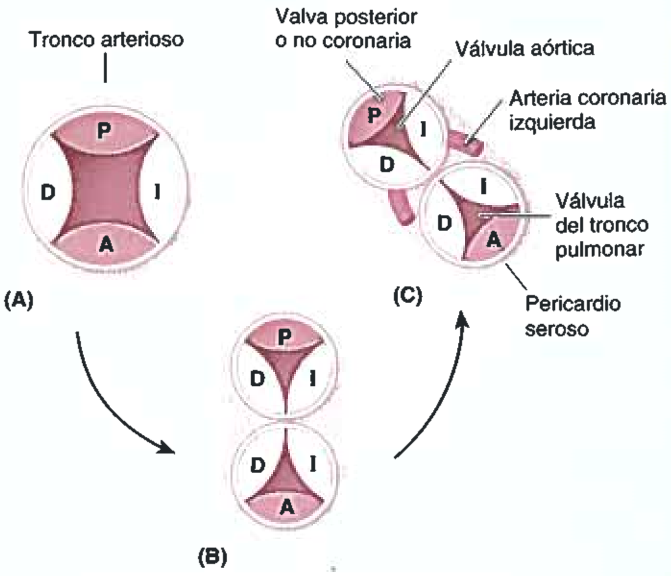

Tronco arterioso
P
D
I
A
(A)
P
D
I
D
I
A
(B)
Valva posterior o no coronaria
Válvula aórtica
Arteria coronaria izquierda
P
I
D
I
D
A
Válvula del tronco pulmonar
(C)
Pericardio seroso

FIGURA C1-22. **Bases evolutivas de la nomenclatura de las valvas valvulares.**

Accidentes vasculares cerebrales o ictus

En algunas enfermedades cardíacas, se forman *trombos* (coágulos) en las paredes de la aurícula (atrio) izquierda. Si estos trombos se desprenden o se disgregan, pasan a la circulación sistémica y ocluyen arterias periféricas. La oclusión de una arteria que irriga el cerebro produce un *accidente vascular cerebral* o *ictus*, que puede afectar, por ejemplo, la visión, la capacidad cognitiva o funciones sensitivas o motoras de partes del cuerpo previamente controladas por el área del cerebro dañada (isquémica).

Bases para la denominación de las valvas de las válvulas aórtica y pulmonar

A continuación se explican las bases embriológicas para denominar las válvulas aórtica y pulmonar. El **tronco arterioso,** el tronco arterial común para ambos ventrículos en el corazón embrionario, tiene cuatro valvas (fig. C1-22A). El tronco arterioso se divide en dos vasos, cada uno de los cuales posee su propia válvula de tres valvas (pulmonar y aórtica) (fig. C1-22B). El corazón sufre una rotación parcial, de forma que su vértice pasa a apuntar hacia la izquierda, lo cual provoca una disposición de las valvas como se muestra en la fig. C1-22C. Por ello, las valvas nombran según su origen embriológico y no según la posición anatómica que ocupan después del nacimiento. Así, la válvula pulmonar tiene valvas derecha, izquierda y anterior, y la válvula aórtica tiene valvas derecha, izquierda y posterior. De forma parecida, los senos aórticos se describen como derecho, izquierdo y posterior.

Esta terminología también concuerda con las arterias coronarias. Adviértase que la ACD se origina en el seno aórtico derecho, superior a la valva derecha de la válvula aórtica, y que la ACI tiene una relación parecida con la valva y el seno izquierdos. En la valva y el seno posteriores no se origina ninguna arteria coronaria; por ello, también se los conoce como valva y seno «no coronarios».

Enfermedad valvular cardíaca (valvulopatía)

Los trastornos que atañen a las válvulas del corazón afectan a la eficiencia de la bomba cardíaca. La valvulopatía produce estenosis (estrechamiento) o bien insuficiencia. La *estenosis* es la incapacidad de una válvula para abrirse completamente, con lo que disminuye el flujo sanguíneo desde una cavidad. A su vez, la *insuficiencia* o *regurgitación* valvular es la incapacidad de la válvula para cerrarse por completo, normalmente debido a la formación de nódulos (o cicatrices que las contraen) en las cúspides o valvas, con lo que sus extremos no se juntan o alinean. Esto permite que una cantidad de sangre variable (en función de la gravedad) retorne a la cavidad de la cual había sido expelida. Tanto la estenosis como la insuficiencia producen una sobrecarga del corazón.

La restricción de un flujo sanguíneo a presión elevada (estenosis), o el paso de sangre a través de una abertura estrecha hacia un gran vaso o una cavidad (estenosis e insuficiencia), producen turbulencias. Las turbulencias ocasionas *torbellinos* (pequeños remolinos) que producen vibraciones audibles como *soplos*. Las sensaciones vibratorias superficiales, *frémitos,* pueden percibirse sobre la piel en un área de turbulencia.

La relevancia clínica de una valvulopatía oscila entre leve y fisiológicamente intrascendente hasta grave y rápidamente mortal. Factores como el grado, la duración y la etiología (causa) afectan a los cambios secundarios en el corazón, los vasos sanguíneos y otros órganos, tanto proximales como distales al lugar de la lesión valvular. Las valvulopatías pueden ser congénitas o adquiridas. La insuficiencia puede deberse a cambios patológicos en la propia válvula o en sus estructuras de sostén (anillo, cuerdas tendinosas, dilatación de la pared de la cavidad, etc.). Puede producirse *agudamente* (repentinamente; p. ej., por una rotura de las cuerdas) o *crónicamente* (a lo largo de un período de tiempo relativamente largo; p. ej., por cicatrización y retracción). Por otro lado, la estenosis valvular casi siempre se debe a anomalías de la válvula, y prácticamente siempre se trata de un proceso crónico (Kumar, 2004).

Debido a que las valvulopatías son problemas mecánicos, las válvulas cardíacas dañadas o defectuosas suelen ser reemplazadas quirúrgicamente mediante una técnica denominada *valvuloplastia*. A menudo, en estas técnicas de implantación de una prótesis valvular se utilizan *válvulas* protésicas artificiales fabricadas con materiales sintéticos, aunque también se utilizan válvulas xenotrasplantadas (válvulas trasplantadas de otras especies, como el cerdo).

INSUFICIENCIA DE LA VÁLVULA MITRAL (PROLAPSO DE LA VÁLVULA MITRAL)

Una **válvula mitral prolapsada** es una válvula insuficiente o incompetente en la cual una o ambas cúspides están hipertrofiadas, son excesivamente grandes o «flexibles», y se extienden hacia la aurícula (atrio) izquierda durante la sístole. Como resultado, la sangre refluye hacia la aurícula (atrio) izquierda cuando se contrae el ventrículo izquierdo, y se produce un soplo característico. Se trata de un trastorno extraordinariamente frecuente, que afecta hasta a una de cada 20 personas, mayoritariamente mujeres jóvenes. Normalmente constituye un hallazgo accidental de la exploración física, pero en un pequeño porcentaje de sujetos afectados reviste importancia clínica, y el paciente sufre dolor torácico y fatiga.

ESTENOSIS DE LA VÁLVULA PULMONAR

En la **estenosis de la válvula pulmonar,** las valvas de la válvula se fusionan y forman una cúpula con una estrecha abertura central. En la **estenosis pulmonar infundibular,** el cono arterioso está poco desarrollado. Ambos tipos de estenosis pulmonar provocan una restricción del flujo de salida del ventrículo derecho, y pueden producirse conjuntamente. El grado de hipertrofia del ventrículo derecho es variable.

INSUFICIENCIA DE LA VÁLVULA PULMONAR

Cuando los bordes libres (*lúnulas*) de las valvas de una válvula semilunar se engrosan y dejan de ser flexibles, o están lesionadas por un proceso patológico, la valva no se cerrará completamente. La **insuficiencia de la válvula pulmonar** hace que durante la diástole se produzca una regurgitación de sangre a alta presión en el ventrículo derecho. La regurgitación pulmonar puede escucharse con un estetoscopio como un *soplo cardíaco*, un sonido anómalo del corazón, producido en este caso por las lesiones de las valvas de la válvula pulmonar.

ESTENOSIS DE LA VÁLVULA AÓRTICA

La **estenosis de la válvula aórtica** es la anomalía valvular más frecuente. En las personas nacidas a principios y mediados del siglo xx, la fiebre reumática era una causa frecuente, pero en la actualidad representa menos del 10% de los casos de estenosis aórtica. La mayoría de las estenosis aórticas son el resultado de una calcificación degenerativa y se manifiestan clínicamente en la 6.ª década de la vida o más tarde. La estenosis aórtica supone un trabajo extra para el corazón y da lugar a una *hipertrofia ventricular izquierda*.

INSUFICIENCIA DE LA VÁLVULA AÓRTICA

La **insuficiencia de la válvula aórtica** provoca regurgitación aórtica (regreso de la sangre al ventrículo izquierdo) y produce un soplo cardíaco y un **pulso saltón** (pulso fuerte y forzado que disminuye rápidamente).

Ecocardiografía

La *ecocardiografía* (cardiografía por ultrasonidos) es una técnica para registrar gráficamente la posición y los movimientos del corazón a partir del eco obtenido dirigiendo ondas ultrasónicas hacia la pared cardíaca (fig. C1-23). Esta técnica permite detectar cantidades de líquido de tan sólo 20 ml en la cavidad pericárdica, como el producido por un derrame pericárdico. La *ecocardiografía Doppler* es una técnica que muestra y registra el flujo de sangre a través del corazón y los grandes vasos mediante ultrasonografía Doppler, lo que la hace especialmente útil para diagnosticar y analizar problemas del flujo sanguíneo a través del corazón, como defectos del tabique, y para detectar estenosis y regurgitaciones valvulares, especialmente en el lado izquierdo del corazón.

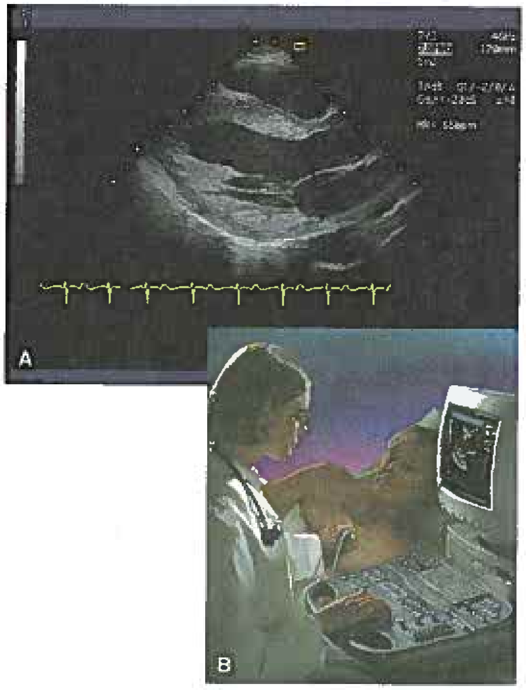
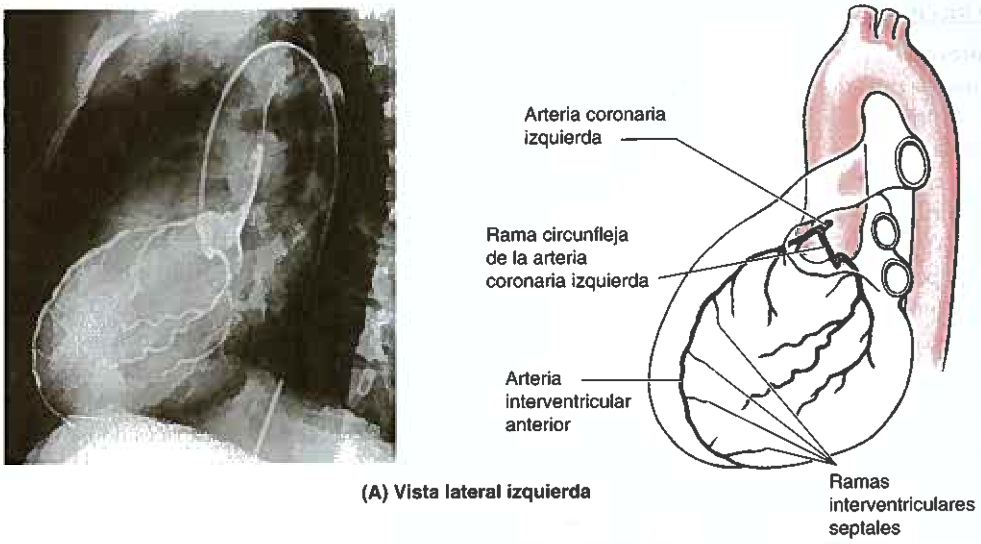


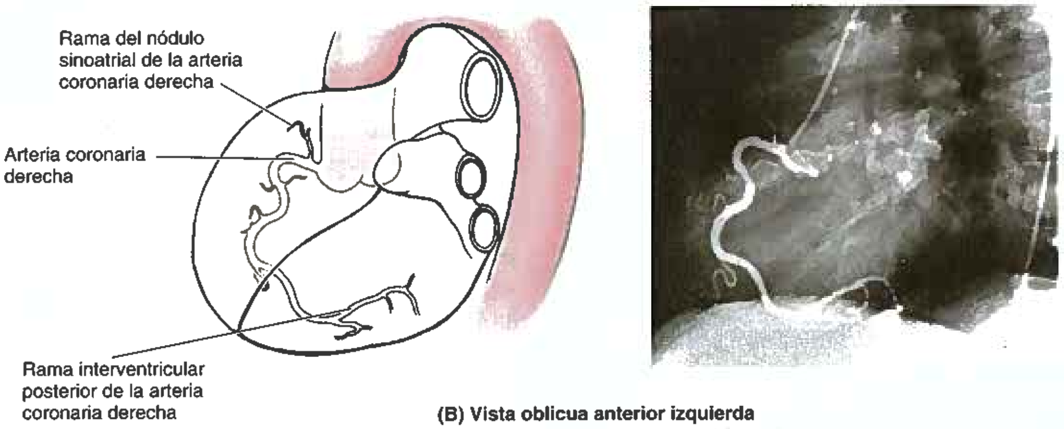
FIGURA C1-23. **Ecocardiografía.** **A.** Ecocardiografía normal. **B.** La ecografista coloca el transductor en un espacio intercostal izquierdo en la línea paraesternal, sobre el corazón.

Angiografía coronaria

Mediante la **angiografía coronaria** pueden visualizarse las arterias coronarias en **arteriografías coronarias** (fig. C1-24). Se introduce un catéter largo y estrecho en la aorta abdominal a través de la arteria femoral en la región inguinal. Bajo control fluoroscópico, se coloca el extremo del catéter justo en la abertura de una arteria coronaria. Se realiza una pequeña inyección de un medio de contraste radiopaco y se obtienen cinerradiografías para estudiar la luz de la arteria y sus ramas, así como las posibles zonas de estenosis.


Arteria coronaria izquierda
Rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda
Arteria interventricular anterior
Ramas interventriculares septales

(A) Vista lateral izquierda


Rama del nódulo sinoatrial de la arteria coronaria derecha
Arteria coronaria derecha
Rama interventricular posterior de la arteria coronaria derecha

(B) Vista oblicua anterior izquierda

FIGURA C1-24. Arteriografías coronarias.

Arteriopatía coronaria o cardiopatía isquémica

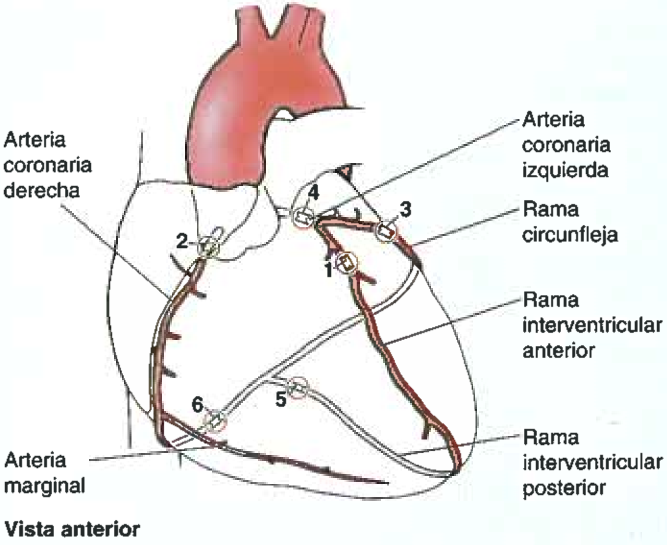
La *cardiopatía isquémica* es una de las principales causas de muerte. Tiene diversa etiología que determina una disminución del aporte sanguíneo al tejido miocárdico, de importancia vital.

INFARTO DE MIOCARDIO

Cuando se produce una oclusión repentina de una arteria principal por un émbolo, la región del miocardio irrigada por el vaso ocluido se *infarta* (se queda casi sin sangre) y sufre *necrosis* (muerte patológica del tejido). Los tres puntos donde se produce más frecuentemente la obstrucción de una arteria coronaria y el porcentaje de oclusiones que afecta a cada arteria son (fig. C1-25A y B):

1. La rama IV anterior (DAI) de la ACI (40 % a 50 %).
2. La ACD (30 % a 40 %).
3. La rama circunfleja de la ACI (15 % a 20 %).

Un área de miocardio que ha sufrido una necrosis constituye un **infarto de miocardio.** La causa más frecuente de *cardiopatía isquémica* es la insuficiencia coronaria, que resulta de la aterosclerosis de las arterias coronarias.


Arteria coronaria derecha
Arteria coronaria izquierda
Rama circunfleja
Rama interventricular anterior
Rama interventricular posterior
Arteria marginal
1
2
3
4
5
6
Vista anterior

Localizaciones de la oclusión de la arteria coronaria, en orden de frecuencia (1-6)

FIGURA C1-25. Las localizaciones 1-3 suponen como mínimo el 85 % de todas las oclusiones.

ATEROSCLEROSIS CORONARIA

El **proceso aterosclerótico,** caracterizado por el depósito de lípidos en la íntima (la capa de revestimiento) de las arterias coronarias, empieza al principio de la edad adulta y lentamente provoca la estenosis de la luz de las arterias (fig. C1-26). A medida que la **aterosclerosis coronaria** progresa, los conductos colaterales que conectan las arterias coronarias entre sí se expanden, lo que permite inicialmente una perfusión adecuada del corazón durante la inactividad relativa. A pesar de este mecanismo compensador, es posible que el miocardio no reciba suficiente oxígeno cuando el corazón tiene que llevar a cabo más trabajo. El ejercicio extenuante, por ejemplo, aumenta la actividad del corazón y su demanda de oxígeno. La insuficiencia de aporte sanguíneo al corazón **(isquemia miocárdica)** puede provocar un infarto de miocardio.

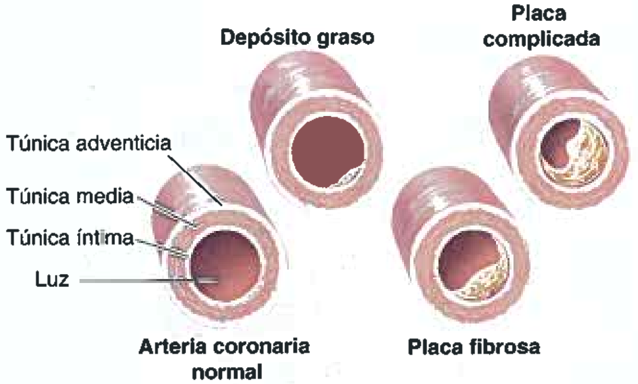


FIGURA C1-26. **Aterosclerosis: estadios de desarrollo en una arteria coronaria.**

ARTERIOPATÍA CORONARIA LENTAMENTE PROGRESIVA

Cuando una arteria coronaria se obstruye lentamente, la circulación colateral tiene tiempo de aumentar de modo que pueda producirse una perfusión adecuada del miocardio cuando tenga lugar un episodio potencialmente isquémico. Por tanto, es posible que no se produzca un infarto de miocardio. Si se bloquea agudamente una rama coronaria grande, probablemente sea inevitable un cierto grado de infarto, pero la extensión del área dañada dependerá del grado de desarrollo de conductos anastomóticos colaterales. Cuando se obstruyen ramas grandes de ambas arterias coronarias, puede utilizarse una circulación colateral extracardíaca para llevar sangre al corazón. Estas colaterales conectan las arterias coronarias con los vasa vasorum (pequeñas arterias) de la túnica adventicia de la aorta y las arterias pulmonares, y con ramas de las arterias torácica interna, bronquial y frénica. Los estudios clínicos muestran que las anastomosis no pueden proporcionar vías colaterales lo bastante rápidamente para evitar los efectos de una oclusión coronaria repentina. Por lo tanto, el valor funcional de dichas anastomosis parece ser mayor en la arteriopatía coronaria lentamente progresiva en los individuos físicamente activos.

Angina de pecho

El dolor que se origina en el corazón se denomina **angor** o **angina de pecho.** Las personas con angina de pecho suelen describir el dolor opresivo y pasajero (entre 15 s y 15 min), aunque moderadamente intenso, como una tensión retroesternal en el tórax. El dolor se debe a la isquemia del miocardio que no llega a producir la necrosis celular que define el infarto.

La angina se debe casi siempre a un estrechamiento de las arterias coronarias. La disminución del flujo de sangre provoca un menor aporte de oxígeno a las células de músculo estriado cardíaco. Debido al limitado metabolismo anaerobio de los miocitos, se acumula ácido láctico y disminuye el pH en las áreas afectadas del corazón. Los receptores para el dolor del músculo son estimulados por el ácido láctico. El ejercicio extenuante (sobre todo después de una comida copiosa), la exposición brusca al frío y el estrés exigen un aumento de actividad al corazón, pero los vasos obstruidos no son capaces de llevarlo a cabo. Cuando entran alimentos en el estómago, aumenta el flujo de sangre hacia él y hacia otras partes del tubo digestivo. Como resultado, se desvía sangre desde otros órganos, incluido el corazón.

El dolor anginoso cede con un período de reposo (a menudo basta con 1 o 2 min). Puede administrarse *nitroglicerina sublingual* (una medicación que se aplica bajo la lengua para ser absorbida por la mucosa bucal), ya que dilata las arterias coronarias (y las otras). Esto aumenta el flujo de sangre al corazón y a la vez disminuye la carga y la demanda de oxígeno del corazón, ya que éste bombea contra una resistencia menor. Asimismo, los vasos dilatados alojan un mayor volumen de sangre, de manera que al corazón llega menos sangre y se alivia la congestión cardíaca. De este modo, la angina suele ceder. Esta angina constituye un aviso de que las arterias coronarias están afectadas y de que es necesario cambiar el estilo de vida, intervenir sanitariamente, o ambos.

El dolor del infarto de miocardio suele ser más intenso que el de la angina de pecho, y no suele desaparecer con 1 o 2 min de reposo.

Derivación aortocoronaria *(bypass)*

Los pacientes con obstrucciones de la circulación coronaria y angina grave pueden someterse a una intervención de **derivación aortocoronaria.** Se conecta un segmento de arteria o vena a la aorta ascendente o a la porción proximal de una arteria coronaria y seguidamente a la arteria coronaria distalmente a la estenosis (fig. C1-27). La *vena safena mayor* suele utilizarse para las intervenciones de derivación aortocoronaria debido a que: *1*) su diámetro es igual o mayor que el de las arterias coronarias, *2*) puede disecarse fácilmente en el miembro inferior, y *3*) presenta tramos relativamente largos con una presencia mínima de válvulas y ramificaciones. En caso de que se tenga que utilizar un segmento con válvulas, el efecto de éstas puede anularse invirtiendo el segmento implantado. Cada vez es más frecuente la utilización de la *arteria radial* en las intervenciones de derivación aortocoronaria. La derivación aortocoronaria deriva la sangre de la aorta hacia una arteria coronaria estenosada para aumentar el flujo distal a la obstrucción. En términos sencillos, proporciona un desvío que rodea el área estenótica (estenosis arterial) o bloqueada (atresia arterial). La revascularización del miocardio también puede conseguirse anastomosando una arteria torácica interna con una arteria coronaria.

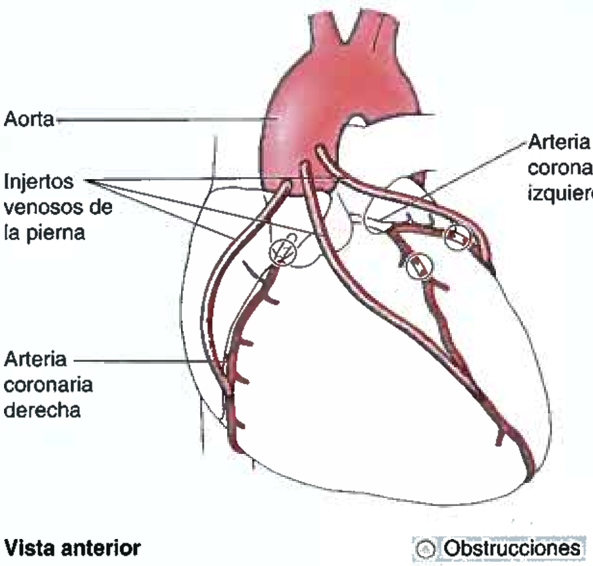

Aorta
Injertos venosos de la pierna
Arteria coronaria izquierda
Arteria coronaria derecha
Vista anterior
Obstrucciones

FIGURA C1-27. Triple derivación aortocoronaria.

Angioplastia coronaria

En pacientes seleccionados, los cirujanos realizan una **angioplastia coronaria transluminal percutánea,** introduciendo un catéter que tiene un pequeño globo hinchable fijado en su extremo dentro de la arteria coronaria obstruida (fig. C1-28). Cuando el catéter llega a la obstrucción se infla el globo y se aplana la placa aterosclerótica contra la pared del vaso. Se distiende el vaso para aumentar el tamaño de su luz, mejorando así el flujo de sangre. En otros casos, se inyecta *trombocinasa* a través del catéter; esta enzima disuelve el coágulo de sangre. También se han utilizado dispositivos intraluminales con cuchillas giratorias o con láser. Tras dilatar el vaso, puede colocarse una *endoprótesis (stent) vascular* para mantener la dilatación. Los *stents* están hechos con mallas rígidas o semirrígidas, que están colapsadas durante su introducción. Una vez en su sitio, se expanden o son expandidas con un catéter con globo, para mantener la permeabilidad de la luz.

Circulación colateral a través de las venas cardíacas mínimas

La inversión del flujo en las *venas cardíacas anteriores* y *cardíacas mínimas* puede llevar **sangre luminal** (sangre de las cavidades del corazón) a los lechos capilares del miocardio en algunas regiones, proporcionando una cierta circulación colateral. Sin embargo, a menos que estas colaterales se hayan dilatado en respuesta a una cardiopatía isquémica preexistente, especialmente asociada a un entrenamiento físico adecuado, es improbable que sean capaces de aportar suficiente sangre al corazón en un episodio agudo y, por tanto, de evitar un infarto de miocardio.

Electrocardiografía

El transporte de impulsos por el corazón desde el nódulo SA puede amplificarse y registrarse en un *electrocardiograma (ECG)* (fig. C1-29). La evaluación funcional del corazón incluye *pruebas de tolerancia al ejercicio* (pruebas de esfuerzo en cinta ergométrica), principalmente para comprobar las consecuencias de una posible arteriopatía coronaria. Estas pruebas son importantes para detectar las causas de irregularidades en el latido cardíaco. En una prueba de esfuerzo se controlan la frecuencia cardíaca, el ECG y los registros de la tensión arterial a medida que al paciente se le demanda un mayor esfuerzo. El resultado muestra cuál es el mayor esfuerzo que puede tolerar con seguridad el corazón del paciente.

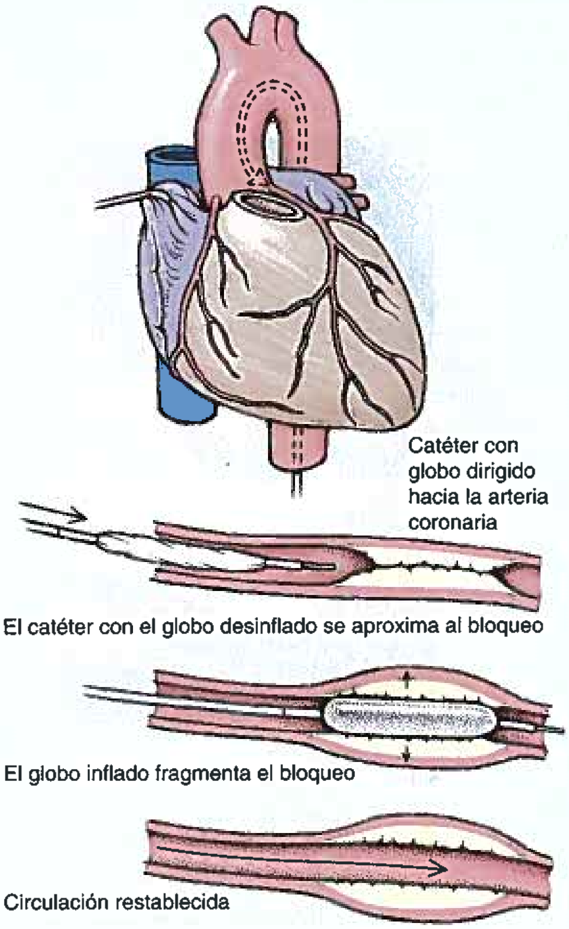

Catéter con globo dirigido hacia la arteria coronaria
El catéter con el globo desinflado se aproxima al bloqueo
El globo inflado fragmenta el bloqueo
Circulación restablecida

FIGURA C1-28. Angioplastia transluminal percutánea.

Oclusión coronaria y sistema de conducción del corazón

Una lesión en el sistema de conducción del corazón, a menudo como resultado de una isquemia causada por una arteriopatía coronaria, genera alteraciones en la contracción del músculo cardíaco. Debido a que en la mayoría de las personas la rama IV anterior (DAI) es el origen de ramas septales que irrigan el fascículo AV y las ramas de la ACD irrigan los nódulos SA y AV (figs. C1-30 y 1-59C), es probable que, debido a su oclusión, se vea afectado parte del sistema de conducción del corazón y se produzca un *bloqueo atrioventricular* o *cardíaco*. Como resultado, si el paciente sobrevive a la crisis inicial, los ventrículos empiezan a contraerse independientemente a su propia frecuencia

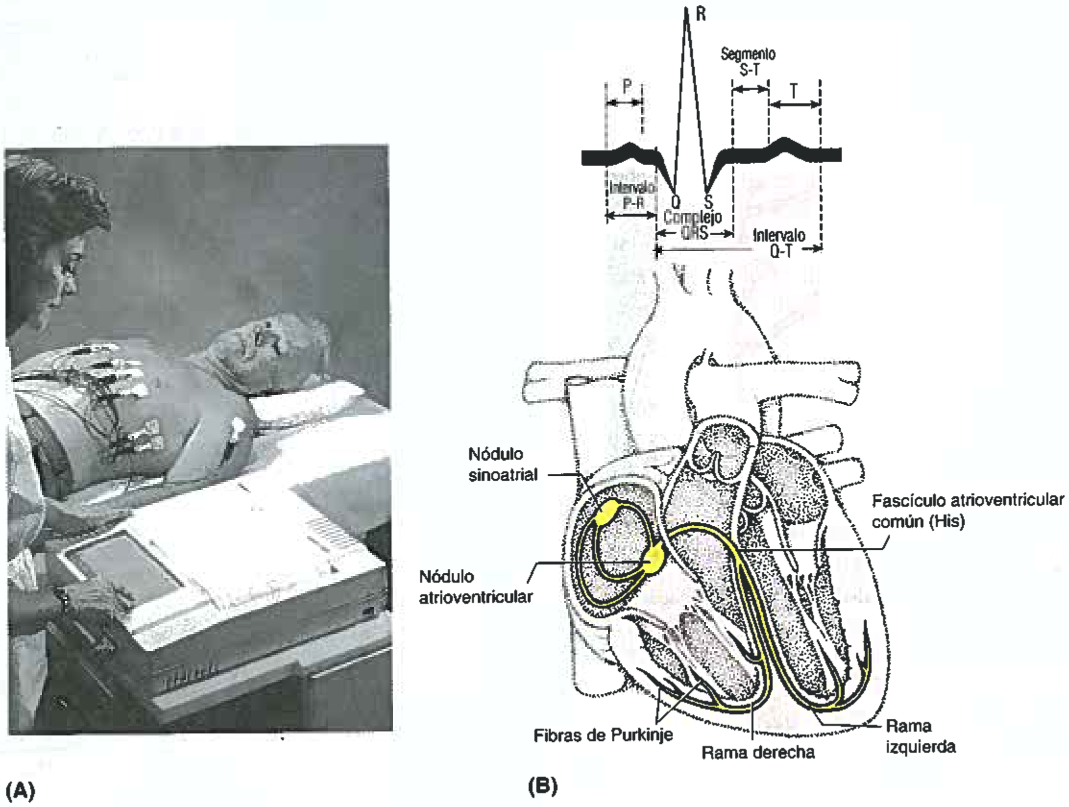

R
Segmento S-T
P
T
Intervalo P-R
Q
S
Complejo QRS
Intervalo Q-T
Nódulo sinoatrial
Fascículo atrioventricular común (His)
Nódulo atrioventricular
Fibras de Purkinje
Rama derecha
Rama izquierda
(A)
(B)

FIGURA C1-29. A. Electrocardiografía. B. Relación del electrocardiograma con el sistema de conducción del corazón.

(25 a 30 veces por minuto), muy inferior a la frecuencia normal más lenta (40 a 45 veces por minuto). Si el nódulo SA está intacto, las aurículas (atrios) siguen contrayéndose a su velocidad normal, pero el impulso generado por el nódulo SA ya no llega a los ventrículos.

La lesión de una de las ramas del fascículo provoca un *bloqueo de rama,* en el cual la excitación pasa a lo largo de la rama no afectada y produce una sístole normal en un sólo ventrículo. El impulso se propaga seguidamente al otro ventrículo por conducción *miógena* (propagada por el músculo) y produce una contracción tardía asincrónica. En esos casos, puede implantarse un *marcapasos cardíaco* (un regulador artificial del corazón) para aumentar la frecuencia de contracción del corazón hasta 70 a 80 latidos por minuto.

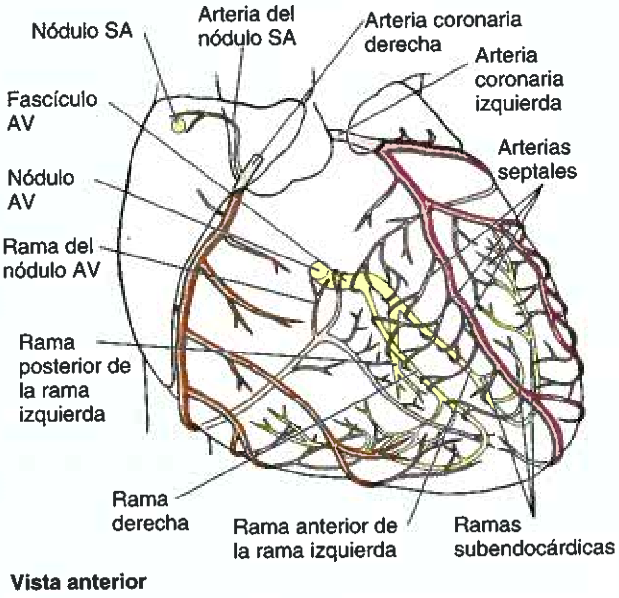

Nódulo SA
Arteria del nódulo SA
Arteria coronaria derecha
Arteria coronaria izquierda
Fascículo AV
Arterias septales
Nódulo AV
Rama del nódulo AV
Rama posterior de la rama izquierda
Rama derecha
Rama anterior de la rama izquierda
Ramas subendocárdicas
Vista anterior

FIGURA C1-30. Irrigación sanguínea del sistema de conducción del corazón. AV, atrioventricular; SA, sinoatrial.

Cuando existe un defecto del TIV, el fascículo AV suele situarse en el margen del defecto. Evidentemente, esta parte vital del sistema de conducción debe preservarse durante la reparación quirúrgica del defecto. La destrucción del fascículo AV no sólo interrumpirá el único enlace fisiológico entre las musculaturas atrial y ventricular, sino que producirá un bloqueo cardíaco como se ha descrito más arriba.

Marcapasos cardíaco artificial

A algunas personas que sufren un bloqueo cardíaco se les implanta subcutáneamente un *marcapasos cardíaco artificial* (con el tamaño aproximado de un reloj de bolsillo). El marcapasos consta de un generador de impulsos o batería, un cable (derivación) y un electrodo. Los marcapasos producen impulsos eléctricos que inician las contracciones ventriculares con una frecuencia determinada. Se inserta un electrodo conectado a un catéter en una vena, y su progresión por el sistema venoso se controla con un *fluoroscopio,* un instrumento para examinar estructuras profundas en tiempo real (cuando se produce el movimiento) mediante radiografías. El terminal del electrodo se hace pasar por la VCS hasta la aurícula (atrio) derecha y a través de la válvula tricúspide hasta el ventrículo derecho. Allí el electrodo se fija sólidamente en las trabéculas carnosas de la pared ventricular, colocándolo en contacto con el endocardio.

Reiniciar el corazón

En la mayoría de los paros cardíacos, el personal de primeros auxilios lleva a cabo una *reanimación cardiopulmonar* para restablecer el gasto cardíaco y la ventilación pulmonar. Al aplicar una presión firme en el tórax, sobre la porción inferior del cuerpo del esternón (masaje cardíaco externo o cerrado), el esternón se desplaza entre 4 y 5 cm hacia atrás. El aumento de la presión intratorácica hace que la sangre salga del corazón hacia las grandes arterias. Cuando cesa la presión externa y cae la presión intratorácica, el corazón vuelve a llenarse de sangre. Si el corazón deja de latir (*paro cardíaco*) durante una intervención quirúrgica cardíaca, el cirujano intentará reiniciarlo mediante un masaje cardíaco interno o abierto.

Fibrilación del corazón

La **fibrilación** son contracciones múltiples, rápidas e ineficaces, o espasmos, de las fibras musculares, incluido el músculo cardíaco. En la *fibrilación auricular* (*atrial*), las contracciones normales rítmicas y regulares de las aurículas (atrios) son sustituidas por espasmos irregulares, rápidos y descoordinados, de distintas porciones de las paredes auriculares (atriales). Los ventrículos responden a intervalos irregulares ante las descargas arrítmicas que reciben de las aurículas (atrios), pero generalmente la circulación sigue siendo satisfactoria. En la *fibrilación ventricular*, las contracciones ventriculares normales son reemplazadas por movimientos espasmódicos irregulares y rápidos que no bombean (es decir, que no mantienen la circulación sistémica, incluida la circulación coronaria). El sistema de conducción lesionado del corazón no funciona con normalidad. Como resultado, en los ventrículos se produce un patrón irregular de contracciones descoordinadas, excepto en las regiones infartadas. La fibrilación ventricular es la *arritmia* más desorganizada de todas, y cuando se produce no existe un gasto cardíaco efectivo. Este cuadro es mortal si se deja que persista.

Desfibrilación del corazón

Puede administrase una descarga eléctrica al corazón a través de la pared del tórax mediante electrodos grandes (palas). Esta descarga hace que se interrumpan todos los movimientos cardíacos y, unos segundos después, el corazón puede empezar a latir de forma más normal. Al restablecer las contracciones coordinadas y, por tanto, el bombeo cardíaco, se consigue un cierto grado de circulación sistémica (incluida la coronaria).

Dolor cardíaco referido

El corazón es insensible al tacto, a los cortes, al frío y al calor; no obstante, la isquemia y la acumulación de productos metabólicos estimulan terminaciones dolorosas en el miocardio. Las fibras aferentes del dolor discurren centralmente por los nervios cardíacos cervicales medio e inferior, y en especial por los ramos cardíacos torácicos del tronco simpático. Los axones de estas neuronas sensitivas primarias entran en los segmentos T1-4 o T5 de la médula espinal, sobre todo en el lado izquierdo.

El *dolor cardíaco referido* es un fenómeno en el que los estímulos nociceptivos originados en el corazón son percibidos por la persona como un dolor que se origina en una parte superficial del cuerpo, por ejemplo en la piel del miembro superior izquierdo. El *dolor visceral referido* se transmite por fibras aferentes viscerales que acompañan a las fibras simpáticas, y habitualmente se refiere a estructuras somáticas o áreas tales como un miembro, las cuales tienen fibras aferentes con cuerpos celulares en el mismo ganglio sensitivo del nervio espinal y prolongaciones centrales que entran en la médula espinal a través de las mismas raíces posteriores (Hardy y Naftel, 2001).

El *dolor anginoso* se suele percibir como si irradiara desde las regiones subesternal y pectoral izquierda hacia el hombro izquierdo y la cara medial del miembro superior izquierdo (fig. C1-31A). Esta parte del miembro está inervada por el nervio cutáneo medial del brazo. A menudo, los ramos cutáneos laterales de los nervios intercostales 2.° y 3.° (los nervios intercostobraquiales) se unen o solapan en su distribución con el nervio cutáneo medial del brazo. En consecuencia, el dolor cardíaco se refiere al miembro superior porque los segmentos medulares espinales de estos nervios cutáneos (T1-3) también son comunes para las terminaciones aferentes viscerales procedentes de las arterias coronarias. También se pueden establecer contactos sinápticos con neuronas comisurales (de conexión), que conducen impulsos hacia neuronas del lado derecho de regiones análogas de la médula espinal. Esto explica por qué el dolor de origen cardíaco, aunque normalmente se refiere al lado izquierdo, puede irradiar al lado derecho, a ambos lados o al dorso (fig. C1-31B y C).

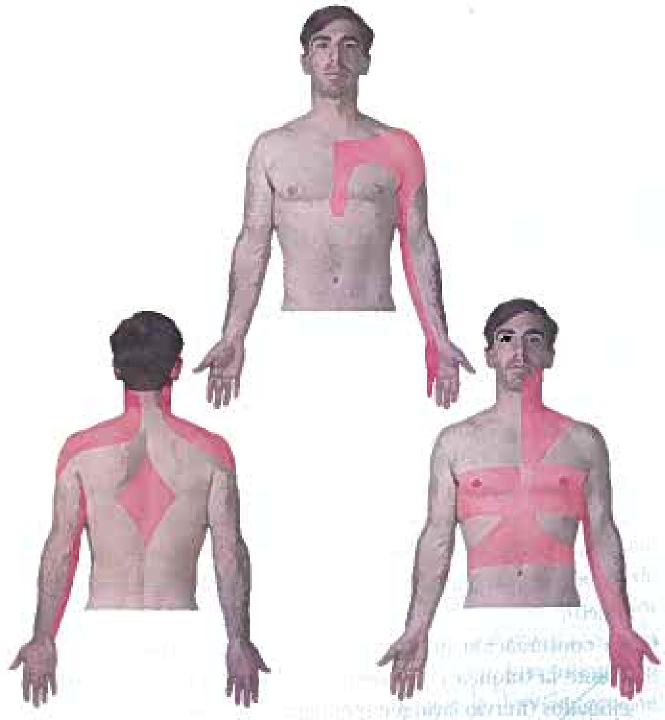


FIGURA C1-31. **Áreas de dolor cardíaco referido *(rojo)*.**

Puntos fundamentales

CORAZÓN

Corazón. El corazón es una bomba dual de succión y compresión que propulsa la sangre a través de un bucle doble infinito formado por los circuitos pulmonar y sistémico. ♦ El corazón derecho trabaja para el primero y el izquierdo para el segundo. ♦ El corazón tiene una forma semejante a la de una pirámide invertida, con el vértice dirigido anteroinferiormente y hacia la izquierda, y la base opuesta al vértice (posterior). ♦ Cada lado del corazón incluye una cavidad receptora (aurícula o atrio) y una cavidad de succión-compresión-expulsión (ventrículo). ♦ Las cavidades bilaterales (y por tanto los circuitos sistémico de alta presión y pulmonar de baja presión) están separadas por un tabique cardíaco que es en gran parte muscular, aunque tiene también una parte membranosa. ♦ Hay válvulas AV situadas entre las cámaras unilaterales para facilitar el bombeo en dos etapas (acumular y después eyectar). ♦ Las válvulas semilunares (pulmonar y aórtica), de sentido único, están localizadas a la salida de cada lado para evitar el flujo retrógrado (excepto el que llena las arterias coronarias) y mantienen la presión diastólica de las arterias. ♦ Las cavidades tienen una capa endotelial brillante, el endocardio; una pared muscular o miocardio, cuyo grosor es proporcional a las presiones que se producen dentro de cada cavidad específica; y una capa exterior brillante (la capa visceral de pericardio seroso, o epicardio). ♦ El miocardio de las aurículas (atrios) y los ventrículos (y la propagación miógena de los estímulos de contracción a través de él) está unido a y separado por tejido conectivo del esqueleto fibroso del corazón. ♦ El esqueleto fibroso está compuesto por cuatro anillos fibrosos, dos trígonos y la porción membranosa del tabique cardíaco. ♦ Únicamente el músculo especializado que conduce los impulsos contráctiles desde las aurículas (atrios) a los ventrículos penetra en el esqueleto fibroso en lugares determinados. ♦ El esqueleto fibroso proporciona inserción para el miocardio y las cúspides de las válvulas, y mantiene la integridad de los orificios.

Circulación coronaria. El sistema circulatorio del miocardio es único dado que las arterias coronarias se llenan durante la diástole ventricular como resultado del retroceso aórtico. Son, de manera típica (aunque no necesariamente), arterias funcionalmente terminales. ♦ La ACD y la rama circunfleja de la ACI irrigan las paredes de las aurículas por medio de pequeñas ramas. ♦ La ACD irriga habitualmente los nódulos SA y AV, el miocardio de la pared externa del ventrículo derecho (excepto su cara anterior), la cara diafragmática del ventrículo izquierdo y el tercio posterior del TIV. ♦ La ACI irriga, típicamente, los dos tercios anteriores del TIV (incluido el fascículo AV del tejido de conducción), la pared anterior del ventrículo derecho y la pared externa del ventrículo izquierdo (a excepción de la cara diafragmática). ♦ Los lechos capilares del miocardio drenan fundamentalmente en la aurícula derecha por medio de venas que desembocan en el seno coronario. Sin embargo, las venas también pueden desembocar directamente en las cavidades por medio de las venas cardíacas mínimas. Ninguna de estas vías tiene válvulas.

Sistema cardíaco de conducción, estimulación y regulación. El sistema de conducción del corazón se compone de nódulos intrínsecos especializados que generan estímulos rítmicamente, y de fascículos de músculo cardíaco modificado que conducen los impulsos. Como resultado, se produce la contracción coordinada de las aurículas (atrios) y los ventrículos. ♦ La frecuencia de generación y la velocidad de conducción aumentan por estimulación simpática y se inhiben por estimulación parasimpática del sistema nervioso autónomo para adecuarse a la demanda de energía o para conservarla. ♦ El generador de impulsos, el nódulo SA y el relé, el nódulo AV, están típicamente irrigados por ramas nodulares de la ACD. El fascículo atrioventricular y sus ramas están irrigados principalmente por ramas septales de la ACI. ♦ La oclusión de cualquier arteria coronaria con el consiguiente infarto de tejido nodal o de conducción puede precisar de la colocación de un marcapasos cardíaco artificial. ♦ El efecto del sistema nervioso autónomo sobre las arterias coronarias es paradójico. La estimulación simpática produce vasodilatación, y la estimulación parasimpática produce vasoconstricción.

Mediastino superior y grandes vasos

El **mediastino superior** es superior al plano transverso del tórax, que pasa a través del ángulo del esternón y la unión (disco intervertebral) de las vértebras T4 y T5 (fig. 1-64). En orden anterior a posterior, el mediastino superior contiene (figs. 1-65 y 1-66A y B):

- El timo.
- Los grandes vasos, con las venas (venas braquiocefálicas y VCS) anteriores a las arterias (arco de la aorta y las raíces de sus ramas principales —el tronco braquiocefálico, la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda) y nervios relacionados (vagos y frénicos, y el plexo nervioso cardíaco).
- La continuación inferior de las vísceras cervicales (anteriormente la tráquea y posteriormente el esófago) y nervios relacionados (nervio laríngeo recurrente izquierdo).
- El conducto torácico y troncos linfáticos.

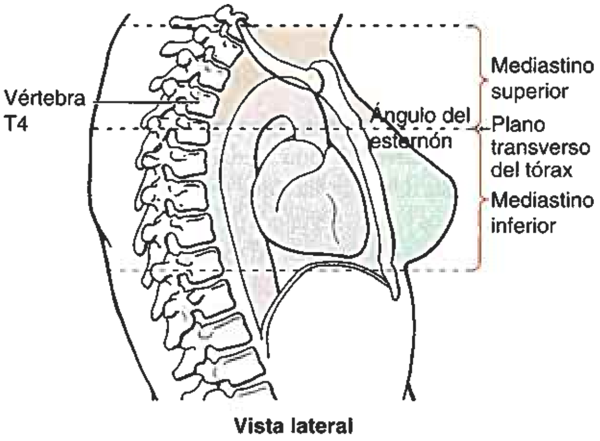
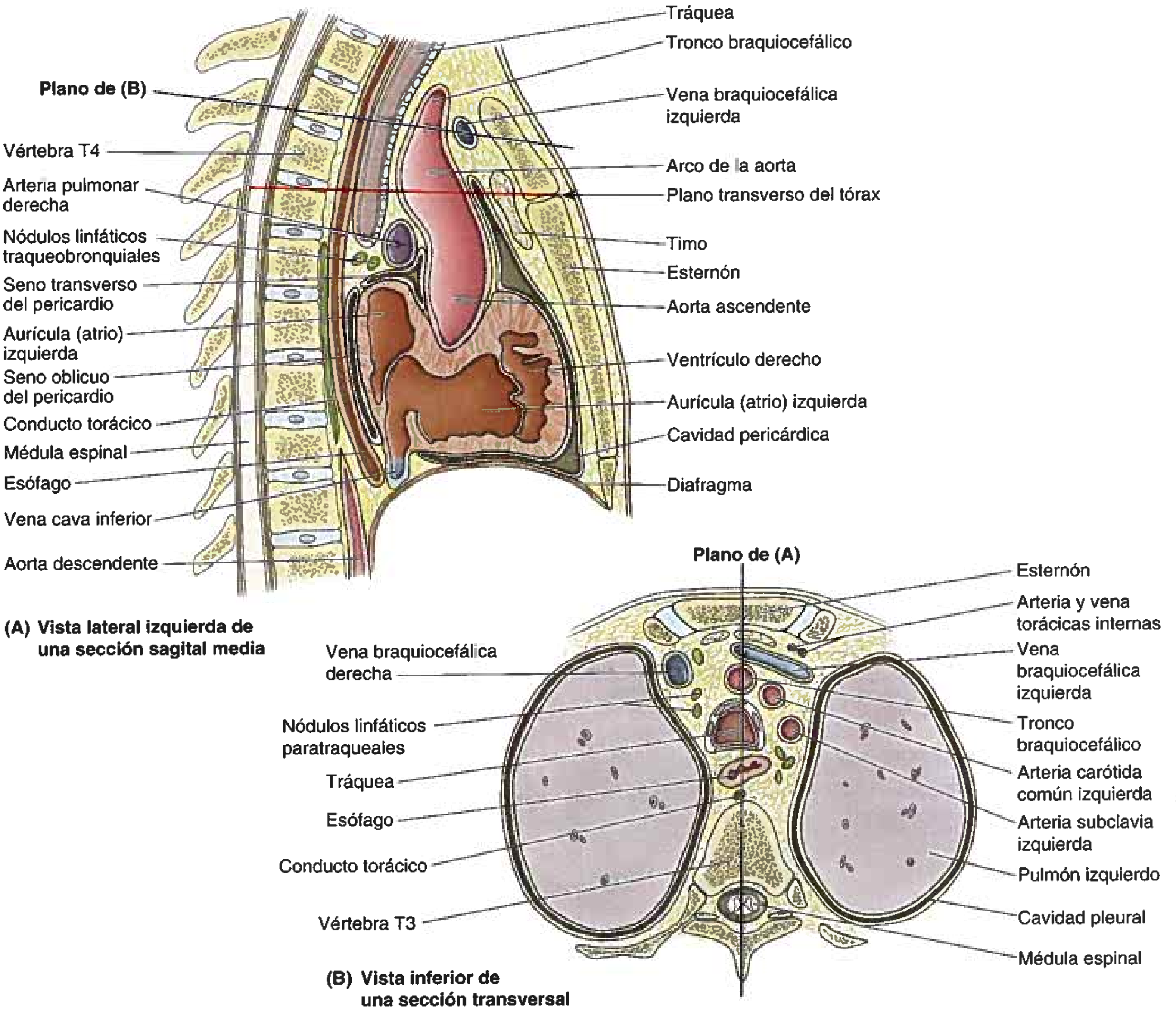


FIGURA 1-64. Límites del mediastino superior. El mediastino superior se extiende inferiormente desde la abertura torácica superior hasta el plano transverso del tórax.


Plano de (B)
Vértebra T4
Arteria pulmonar derecha
Nódulos linfáticos traqueobronquiales
Seno transverso del pericardio
Aurícula (atrio) izquierda
Seno oblicuo del pericardio
Conducto torácico
Médula espinal
Esófago
Vena cava inferior
Aorta descendente
Tráquea
Tronco braquiocefálico
Vena braquiocefálica izquierda
Arco de la aorta
Plano transverso del tórax
Timo
Esternón
Aorta ascendente
Ventrículo derecho
Aurícula (atrio) izquierda
Cavidad pericárdica
Diafragma
Plano de (A)
Vena braquiocefálica derecha
Nódulos linfáticos paratraqueales
Tráquea
Esófago
Conducto torácico
Vértebra T3
Esternón
Arteria y vena torácicas internas
Vena braquiocefálica izquierda
Tronco braquiocefálico
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia izquierda
Pulmón izquierdo
Cavidad pleural
Médula espinal

(A) Vista lateral izquierda de una sección sagital media

(B) Vista inferior de una sección transversal

FIGURA 1-65. Relaciones entre las estructuras del mediastino superior. El orden de las estructuras sistémicas en el mediastino superior, de anterior a posterior, se muestra en ambas vistas: timo, venas, arterias, vía aérea (tráquea), tubo digestivo (esófago), conductos linfáticos, cuerpos vertebrales/discos intervertebrales y médula espinal.

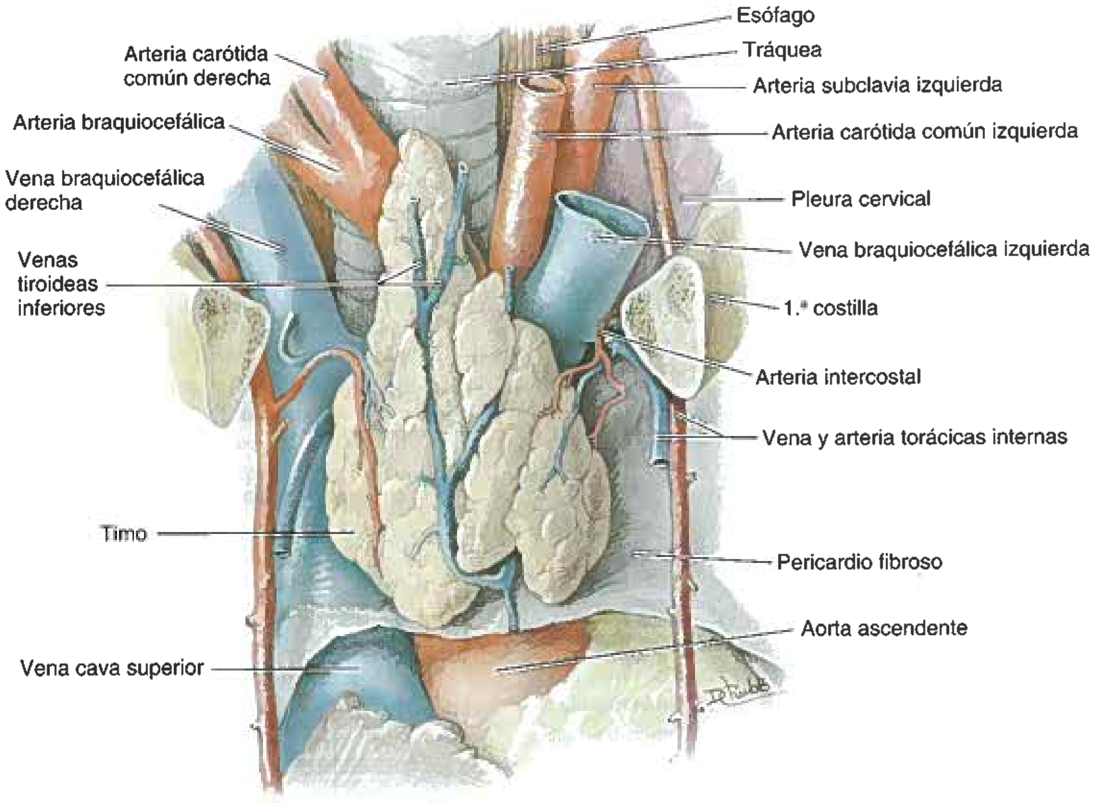
Para resumirlo sistemáticamente, *el orden de las principales estructuras en el mediastino superior, de anterior a posterior, es: 1) timo, 2) venas, 3) arterias, 4) vía aérea, 5) tubo digestivo, y 6) troncos linfáticos.*

TIMO

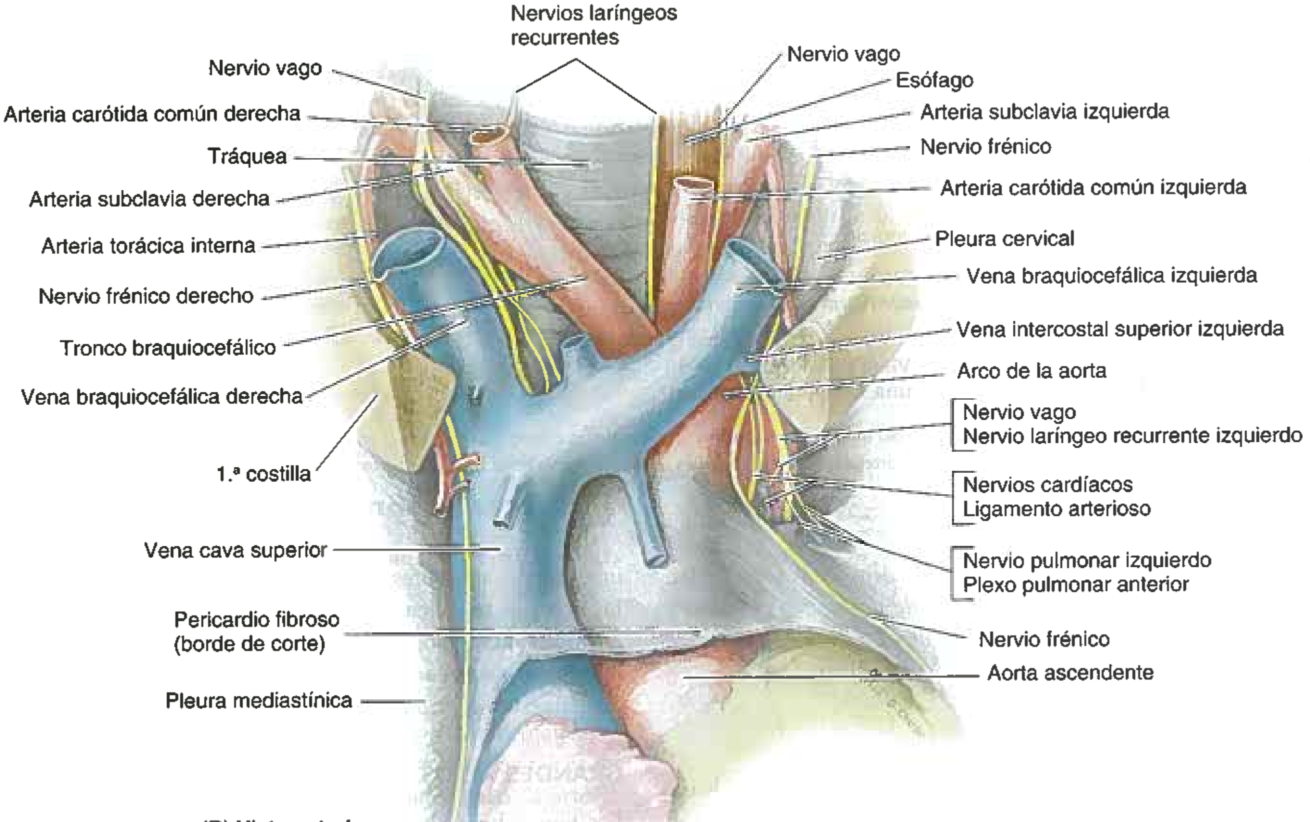
El **timo,** un órgano fundamentalmente linfoide, está localizado en la porción inferior del cuello y la anterior del mediastino superior (figs. 1-65 y 1-66A). Es una glándula plana con lóbulos en forma de frasco que se sitúa posterior al manubrio del esternón y se extiende hacia el interior del mediastino anterior, anterior al pericardio fibroso. Después de la pubertad, el timo sufre una involución progresiva y es reemplazado casi completamente por grasa. La rica *vascularización arterial del timo* procede sobre todo de las ramas intercostales anteriores y las **ramas mediastínicas anteriores de las arterias torácicas internas.** Las *venas del timo* desembocan en las venas braquiocefálica izquierda, torácicas internas y tiroidea inferior. Los *vasos linfáticos* del timo drenan en los nódulos linfáticos paraesternales, braquiocefálicos y traqueobronquiales.

GRANDES VASOS

Las **venas braquiocefálicas derecha** e **izquierda** se forman posteriores a las articulaciones esternoclaviculares por la unión de las venas yugulares internas y subclavias. Al nivel del borde inferior del 1.er cartílago costal derecho, las venas braquiocefálicas se unen para formar la VCS (figs. 1-65B y 1-66B). La *vena braquiocefálica izquierda* es algo más del doble de larga que la derecha, ya que cruza desde el lado izquierdo al derecho, pasando anterior a las


Esófago
Arteria carótida común derecha
Tráquea
Arteria subclavia izquierda
Arteria braquiocefálica
Arteria carótida común izquierda
Vena braquiocefálica derecha
Pleura cervical
Vena braquiocefálica izquierda
Venas tiroideas inferiores
1.ª costilla
Arteria intercostal
Vena y arteria torácicas internas
Timo
Pericardio fibroso
Aorta ascendente
Vena cava superior

(A) Vista anterior


Nervios laríngeos recurrentes
Nervio vago
Nervio vago
Esófago
Arteria carótida común derecha
Arteria subclavia izquierda
Tráquea
Nervio frénico
Arteria subclavia derecha
Arteria carótida común izquierda
Arteria torácica interna
Pleura cervical
Nervio frénico derecho
Vena braquiocefálica izquierda
Tronco braquiocefálico
Vena intercostal superior izquierda
Arco de la aorta
Vena braquiocefálica derecha
Nervio vago
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
1.ª costilla
Nervios cardíacos
Ligamento arterioso
Vena cava superior
Nervio pulmonar izquierdo
Plexo pulmonar anterior
Pericardio fibroso (borde de corte)
Nervio frénico
Aorta ascendente
Pleura mediastínica

(B) Vista anterior

FIGURA 1-66. Disecciones del mediastino superior. A. En esta disección superficial del mediastino se han extirpado las costillas y el esternón, y se ha eliminado la pleura parietal que los cubría. Es infrecuente ver en un adulto un timo tan marcado; normalmente es llamativo en la pubertad, pero después involuciona y es sustituido en gran parte por tejido graso y fibroso. **B.** En esta disección profunda de la raíz del cuello y el mediastino superior se ha extirpado el timo. El nervio vago derecho (NC X) cruza anteriormente a la arteria subclavia derecha y da origen al nervio laríngeo recurrente derecho, que pasa medialmente para alcanzar la tráquea y el esófago. El nervio laríngeo recurrente izquierdo pasa inferior y después posterior al arco de la aorta, y asciende entre la tráquea y el esófago para alcanzar la laringe.

raíces de las tres ramas principales del arco de la aorta (fig. 1-66B). Las venas braquiocefálicas derivan sangre de la cabeza, el cuello y el miembro superior izquierdo a la aurícula (atrio) derecha.

La **vena cava superior** retorna la sangre de todas las estructuras superiores al diafragma, excepto los pulmones y el corazón. Discurre inferiormente y termina al nivel del 3.er cartílago costal, donde entra en la aurícula (atrio) derecha. La VCS se sitúa en el lado derecho del mediastino superior, anterolateral a la tráquea y posterolateral a la aorta ascendente. El nervio frénico derecho se encuentra entre la VCS y la pleura mediastínica. La mitad terminal de la VCS se halla en el mediastino medio, donde se encuentra junto a la aorta ascendente y forma el límite posterior del seno transverso del pericardio (fig. 1-46).

La **aorta ascendente,** de aproximadamente 2,5 cm de diámetro, empieza en el orificio aórtico. Sus únicas ramas son las arterias coronarias, que se originan en los senos aórticos (fig. 1-55B). La aorta ascendente es intrapericárdica (fig. 1-66A y B); por esta razón, y porque está situada inferior al plano transverso del tórax, se considera como parte del contenido del mediastino medio (parte del mediastino inferior).

El arco de la aorta, la continuación curva de la aorta ascendente (figs. 1-65A y 1-67; v. tabla 1-5), empieza posterior a la 2.ª articulación esternocostal derecha, al nivel del ángulo del esternón. Se arquea superiormente, posteriormente y hacia la izquierda, y luego inferiormente. El arco de la aorta asciende anterior a la arteria pulmonar derecha y a la bifurcación de la tráquea, alcanzando su punto más elevado en el lado izquierdo de la tráquea y el esófago, donde pasa sobre la raíz del pulmón izquierdo. El arco desciende posterior a la raíz izquierda del pulmón junto a la vértebra T4. El arco finaliza cuando se convierte en la **aorta torácica (descendente),** posterior a la 2.ª articulación esternocostal izquierda.

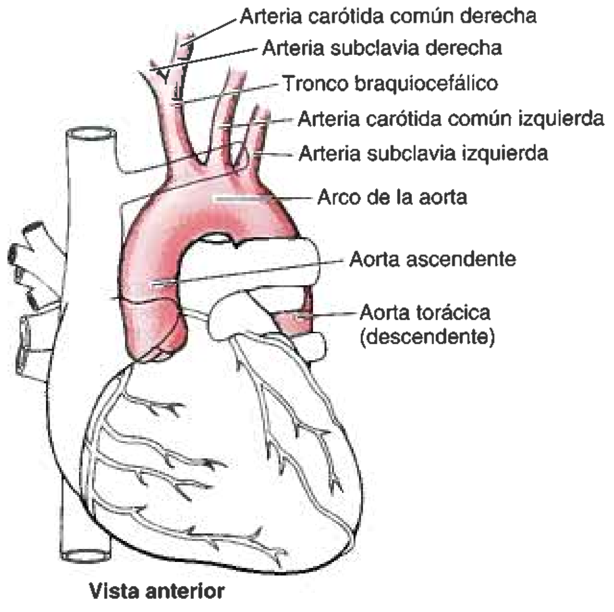

Arteria carótida común derecha
Arteria subclavia derecha
Tronco braquiocefálico
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia izquierda
Arco de la aorta
Aorta ascendente
Aorta torácica (descendente)
Vista anterior

FIGURA 1-67. Patrón habitual de ramificación del arco de la aorta. El patrón que se muestra está presente en aproximadamente el 65% de las personas. La rama más grande (tronco braquiocefálico) se origina al principio del arco, la siguiente (arteria carótida común izquierda) se origina de la parte superior del arco, y la tercera rama (arteria subclavia izquierda) se origina en el arco aproximadamente 1 cm distal a la carótida común izquierda.

El **arco de la vena ácigos** ocupa una posición que se corresponde con la de la aorta en el lado derecho de la tráquea sobre la raíz del pulmón derecho, aunque la sangre circula en dirección opuesta (fig. 1-63). El **ligamento arterioso,** el vestigio del conducto arterioso fetal, se extiende desde la raíz de la arteria pulmonar izquierda hasta la cara inferior del arco de la aorta. Las ramas del arco son habitualmente el *tronco braquiocefálico*, la *arteria carótida común izquierda* y *la arteria subclavia izquierda* (figuras 1-67 y 1-68A).

El **tronco braquiocefálico,** la primera y más grande de las ramas del arco, se origina posterior al manubrio del esternón, donde se sitúa anterior a la tráquea y posterior a la vena braquiocefálica izquierda (figs. 1-65A y B, y 1-68A). Asciende superolateralmente para alcanzar el lado derecho de la tráquea y la articulación esternoclavicular derecha, donde se divide en las arterias carótida común derecha y subclavia derecha.

La **arteria carótida común izquierda,** la segunda rama del arco de la aorta, se origina posterior al manubrio del esternón, ligeramente posterior al tronco braquiocefálico y a la izquierda de éste. Asciende anterior a la arteria subclavia izquierda, al principio anterior a la tráquea y luego a su izquierda. Entra en el cuello tras pasar posterior a la articulación esternoclavicular izquierda.

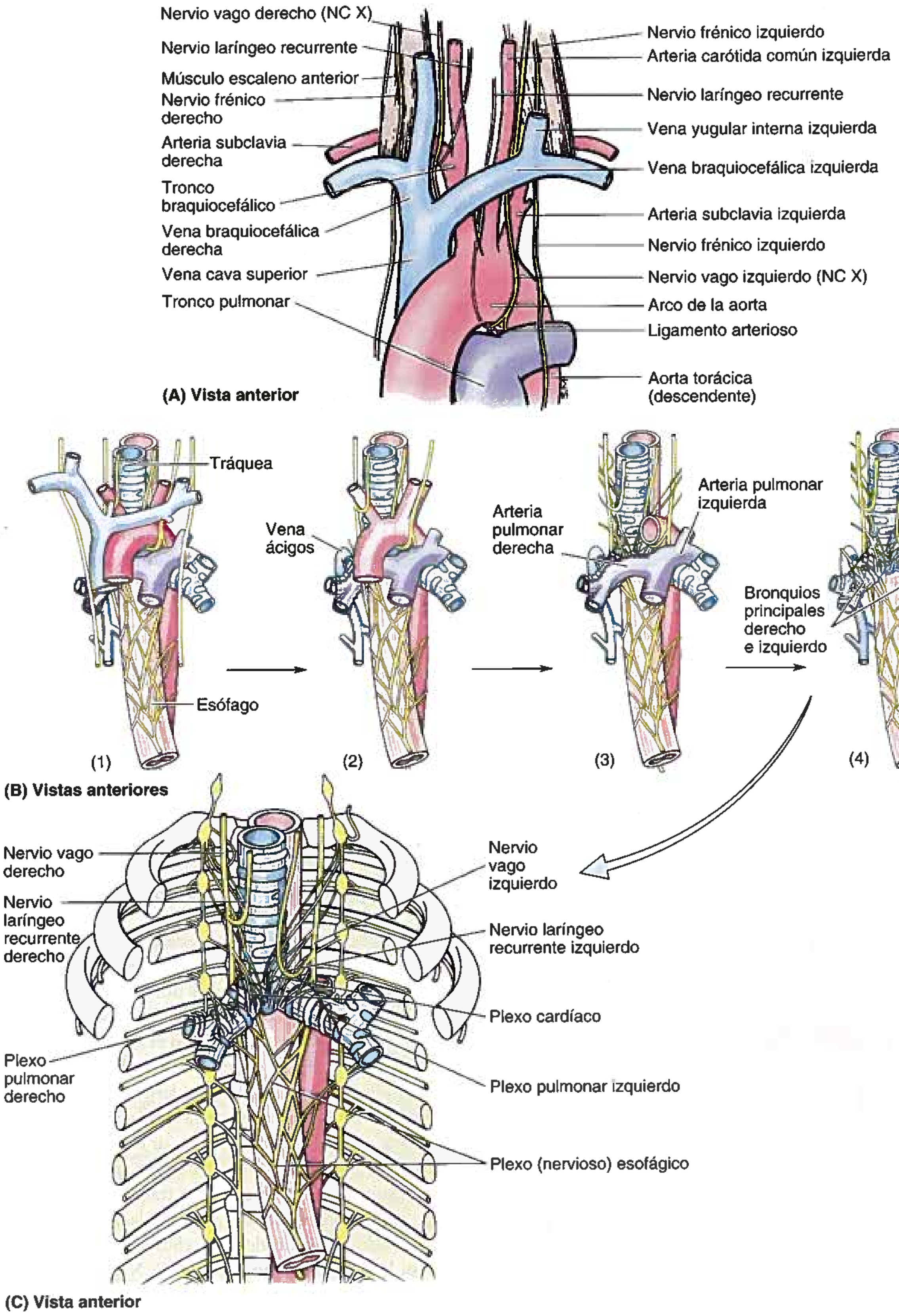
La **arteria subclavia izquierda,** la tercera rama del arco de la aorta, se origina en la parte posterior del arco, inmediatamente posterior a la arteria carótida común izquierda. Asciende lateral a la tráquea y a la arteria carótida común izquierda a través del mediastino superior, y no tiene ramas en el mediastino. Cuando abandona el tórax y entra en la raíz del cuello, pasa posterior a la articulación esternoclavicular izquierda.

NERVIOS DEL MEDIASTINO SUPERIOR

Los *nervios vagos* salen del cráneo y descienden a través del cuello, posterolaterales a las arterias carótidas comunes (fig. 1-68A; v. tabla 1-6). Cada nervio vago entra en el mediastino superior, posterior a la articulación esternoclavicular y la vena braquiocefálica respectivas.

El **nervio vago derecho** entra en el tórax anterior a la arteria subclavia derecha, dando origen al **nervio laríngeo recurrente derecho** (fig. 1-68A a C). El nervio laríngeo recurrente derecho forma un asa alrededor de la arteria subclavia derecha y asciende entre la tráquea y el esófago para inervar la laringe. El nervio vago derecho discurre posteroinferiormente a través del mediastino superior sobre el lado derecho de la tráquea. Después pasa posterior a la vena braquiocefálica derecha, la VCS y la raíz del pulmón derecho. Aquí se divide en muchos ramos que contribuyen al **plexo pulmonar derecho** (fig. 1-68C). Normalmente, el nervio vago derecho abandona este plexo como un sólo nervio y continúa hasta el esófago, donde vuelve a dividirse y da fibras para el **plexo (nervioso) esofágico.** El nervio vago derecho también da lugar a nervios que contribuyen a formar el *plexo cardíaco*.

El **nervio vago izquierdo** desciende por el cuello posterior a la arteria carótida común izquierda (fig. 1-68A). Entra en el mediastino entre la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda. Cuando alcanza el lado izquierdo del arco de la aorta, el


Nervio vago derecho (NC X)
Nervio laríngeo recurrente
Músculo escaleno anterior
Nervio frénico derecho
Arteria subclavia derecha
Tronco braquiocefálico
Vena braquiocefálica derecha
Vena cava superior
Tronco pulmonar
Nervio frénico izquierdo
Arteria carótida común izquierda
Nervio laríngeo recurrente
Vena yugular interna izquierda
Vena braquiocefálica izquierda
Arteria subclavia izquierda
Nervio frénico izquierdo
Nervio vago izquierdo (NC X)
Arco de la aorta
Ligamento arterioso
Aorta torácica (descendente)
Tráquea
Vena ácigos
Arteria pulmonar derecha
Arteria pulmonar izquierda
Bronquios principales derecho e izquierdo
Esófago
(1)
(2)
(3)
(4)
Nervio vago derecho
Nervio laríngeo recurrente derecho
Plexo pulmonar derecho
Nervio vago izquierdo
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Plexo cardíaco
Plexo pulmonar izquierdo
Plexo (nervioso) esofágico

(A) Vista anterior

(B) Vistas anteriores

(C) Vista anterior

FIGURA 1-68. **Grandes vasos y nervios. A.** Relaciones de los vasos y los nervios en el mediastino superior. El ligamento arterioso es el vestigio de la derivación fetal (conducto arterioso) que puentea los pulmones prefuncionales. **B.** Relaciones en la bifurcación de la tráquea desde la superficie a la profundidad. (1) Las más anteriores. La vena braquiocefálica izquierda pasa cruzando las raíces de las tres ramas principales del arco de la aorta. (2) La aorta ascendente y el arco pasan anterior y superior, respectivamente, a la arteria pulmonar derecha. (3) La bifurcación del tronco pulmonar y la arteria pulmonar derecha se localizan directamente anteriores a la bifurcación de la tráquea. (4) El plexo cardíaco continúa sobre la cara anterior de la bifurcación traqueal después de la extirpación del tronco y las arterias pulmonares, la aorta ascendente y el arco de la aorta, con el cual se relaciona principalmente el plexo. **C.** Se muestran los nervios en los mediastinos superior y posterior después de extirpar las vísceras localizadas anteriormente a la tráquea y el esófago.

nervio vago izquierdo diverge posteriormente del nervio frénico izquierdo. Lateralmente, está separado del nervio frénico por la vena intercostal superior izquierda. Cuando el el nervio vago izquierdo se incurva medialmente al nivel del borde inferior del arco de la aorta, da origen al **nervio laríngeo recurrente izquierdo.** Este nervio pasa inferior al arco de la aorta, inmediatamente lateral al ligamento arterioso, y asciende hacia la laringe en el surco entre la tráquea y el esófago (figs. 1-63, 1-66B, 1-68A a C, y 1-69). El el nervio vago izquierdo pasa posterior a la raíz del pulmón izquierdo, donde se divide en numerosos ramos que contribuyen a formar el **plexo pulmonar izquierdo.** El nervio vago izquierdo abandona este plexo como un tronco único y se dirige hacia el esófago, donde se une a fibras del nervio vago derecho en el *plexo (nervioso) esofágico* (fig. 1-68B y C).

Los *nervios frénicos* (fig. 1-68A) inervan el diafragma mediante fibras motoras y sensitivas; estas últimas suponen un tercio aproximadamente de las fibras del nervio. Los nervios frénicos también dan fibras sensitivas para el pericardio y la pleura mediastínica. Cada nervio frénico entra en el mediastino superior entre la arteria subclavia y el origen de la vena braquiocefálica (v. tabla 1-6). El hecho de que los nervios frénicos pasen anteriores a las raíces de los pulmones nos permite distinguirlos de los nervios vagos que pasan posteriores a las raíces.

El **nervio frénico derecho** pasa a lo largo del lado derecho de la vena braquiocefálica derecha, la VCS y el pericardio que cubre la aurícula (atrio) derecha. También pasa anterior a la raíz del pulmón derecho y desciende por el lado derecho de la VCI hasta el diafragma, que atraviesa cerca del orificio de la vena cava (fig. 1-70A).

El **nervio frénico izquierdo** desciende entre las arterias subclavia izquierda y carótida común izquierda. Cruza la cara izquierda del arco de la aorta anterior al nervio vago izquierdo y pasa sobre la vena intercostal superior izquierda. Luego desciende anterior a la raíz del pulmón izquierdo y discurre a lo largo del pericardio fibroso, superficial a la aurícula (atrio) y el ventrículo izquierdos del corazón, donde perfora el diafragma a la izquierda del pericardio (fig. 1-70B). La mayor parte de las ramificaciones de los nervios frénicos para el diafragma tienen lugar en la cara diafragmática inferior (abdominal).

TRÁQUEA

La **tráquea** desciende anterior al esófago y entra en el mediastino superior, ligeramente inclinada hacia la derecha del plano medio (figs. 1-68B y C, y 1-69). La cara posterior de la tráquea es plana donde está en contacto con el esófago (fig. 1-65B). La tráquea termina al nivel del ángulo del esternón dividiéndose en los bronquios

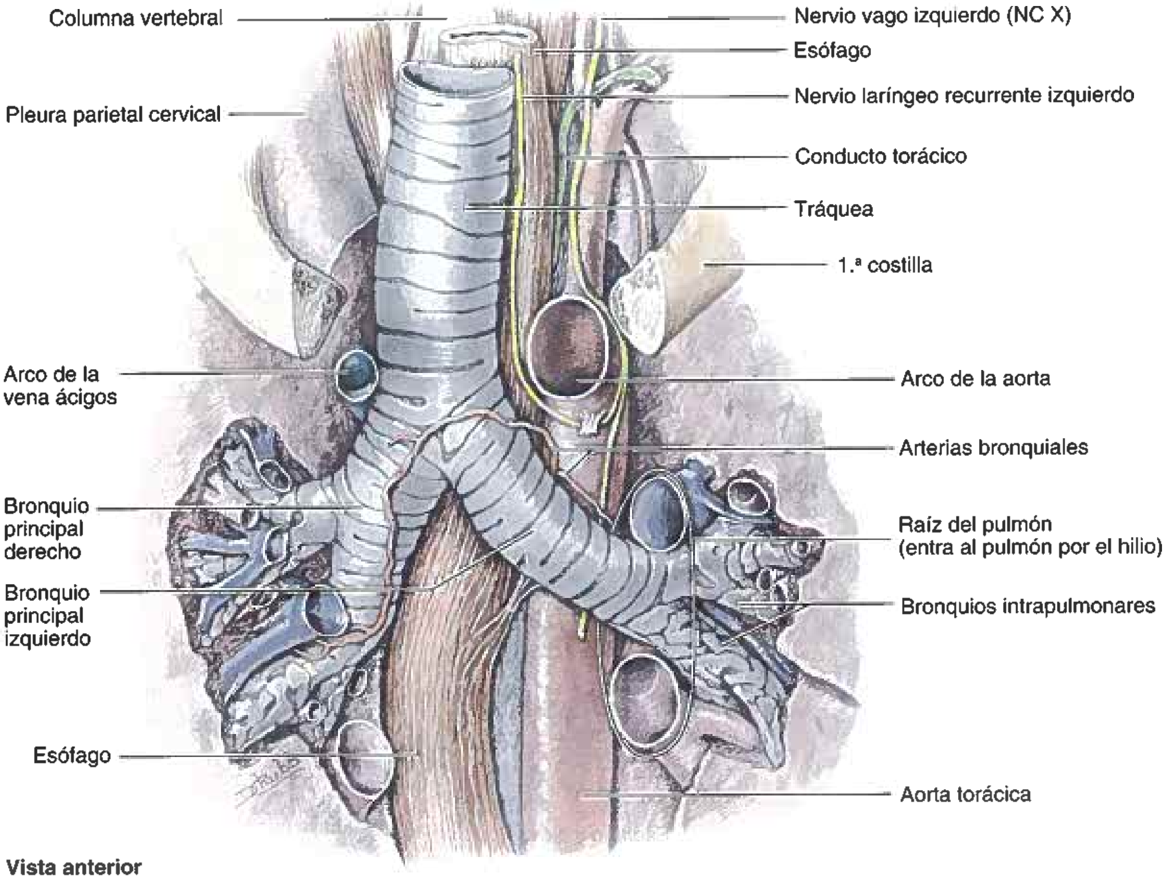

Columna vertebral
Pleura parietal cervical
Arco de la vena ácigos
Bronquio principal derecho
Bronquio principal izquierdo
Esófago
Vista anterior
Nervio vago izquierdo (NC X)
Esófago
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Conducto torácico
Tráquea
1.ª costilla
Arco de la aorta
Arterias bronquiales
Raíz del pulmón (entra al pulmón por el hilio)
Bronquios intrapulmonares
Aorta torácica

FIGURA 1-69. Disección profunda del mediastino superior. Cuatro estructuras discurren paralelas al atravesar la abertura torácica superior: la tráquea, el esófago, el nervio laríngeo recurrente izquierdo y el conducto torácico. El bronquio principal derecho es más vertical, más corto y más ancho que el bronquio principal izquierdo. El recorrido de la arteria bronquial derecha que se muestra aquí es atípico; normalmente, pasa posteriormente al bronquio.

principales derecho e izquierdo (figs. 1-65A y 1-69). La tráquea termina superior al nivel del corazón y no es un componente del mediastino posterior.

ESÓFAGO

El **esófago** es un tubo fibromuscular que se extiende desde la faringe hasta el estómago (figs. 1-65A y B, 1-68B y C, 1-69, 1-70A y 1-71). El esófago entra en el mediastino superior entre la tráquea y la columna vertebral, donde se sitúa anterior a las vértebras T1-4. Suele estar aplanado anteroposteriormente. En su inicio, el esófago se inclina hacia la izquierda, pero es desplazado hacia atrás por el arco de la aorta en el plano medio. Entonces está comprimido anteriormente por la raíz del pulmón izquierdo. En el mediastino superior, el *conducto torácico* se sitúa normalmente en el lado izquierdo del esófago y profundo (medial) al arco de la aorta (figs. 1-69 y 1-70B). Inferior al arco, el esófago se inclina de nuevo hacia la izquierda a medida que se aproxima y atraviesa el **hiato esofágico** del diafragma (fig. 1-71).

Mediastino posterior

El **mediastino posterior** (la parte posterior del mediastino inferior) se localiza inferior al plano transverso del tórax, anterior a las vértebras T5-12, posterior al pericardio y el diafragma, y entre la pleura parietal de ambos pulmones (figs. 1-65A y 1-68C). El mediastino posterior contiene la aorta torácica, el conducto torácico y los troncos linfáticos, los nódulos linfáticos mediastínicos posteriores, las venas ácigos y hemiácigos, el esófago y el plexo nervioso esofágico. Algunos autores también incluyen los troncos simpáticos torácicos y los nervios esplácnicos torácicos; sin embargo, estas estructuras se sitúan laterales a los cuerpos vertebrales y no están dentro del compartimiento del mediastino posterior.

AORTA TORÁCICA

La **aorta torácica** es la continuación del arco de la aorta (figs. 1-69, 1-71 y 1-72; tabla 1-5). Se inicia en el lado izquierdo del borde inferior del cuerpo de la vértebra T4 y desciende por el mediastino pos-

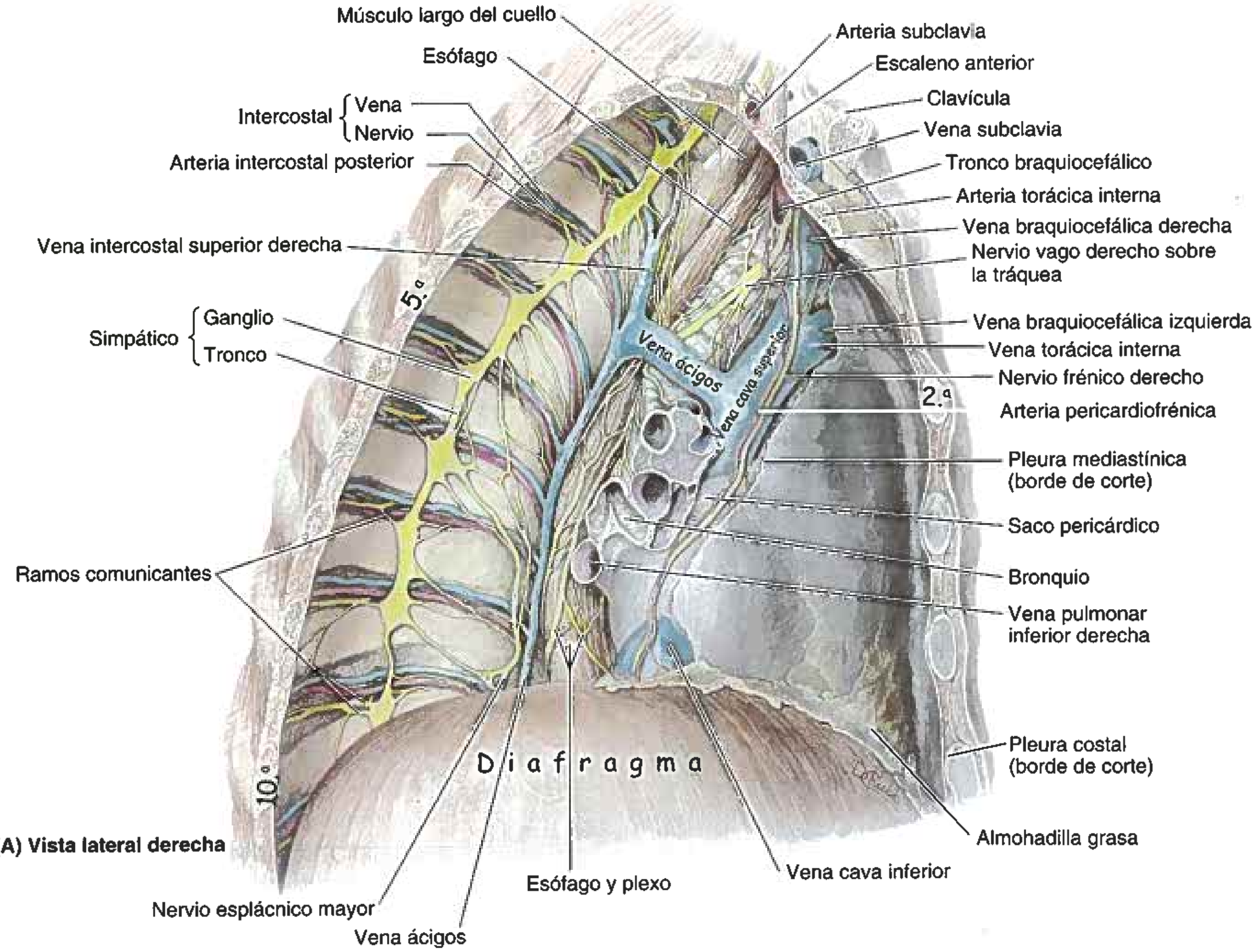

Músculo largo del cuello
Esófago
Intercostal
Vena
Nervio
Arteria intercostal posterior
Vena intercostal superior derecha
Simpático
Ganglio
Tronco
Ramos comunicantes
(A) Vista lateral derecha
Nervio esplácnico mayor
Vena ácigos
Esófago y plexo
Vena cava inferior
Almohadilla grasa
Pleura costal (borde de corte)
Vena pulmonar inferior derecha
Bronquio
Saco pericárdico
Pleura mediastínica (borde de corte)
Arteria pericardiofrénica
Nervio frénico derecho
Vena torácica interna
Vena braquiocefálica izquierda
Nervio vago derecho sobre la tráquea
Vena braquiocefálica derecha
Arteria torácica interna
Tronco braquiocefálico
Vena subclavia
Clavícula
Escaleno anterior
Arteria subclavia
5.ª
2.ª
10.ª
Vena ácigos
Vena cava superior
Diafragma

FIGURA 1-70. Presentación lateral del mediastino. A. En esta vista del lado derecho se ha extirpado la mayor parte de la pleura costal y mediastínica para mostrar las estructuras subyacentes. Este lado del mediastino, el «lado azul», está dominado por estructuras venosas: la vena ácigos y su arco, la vena cava superior, la aurícula (atrio) derecha y la vena cava inferior *(continúa)*

terior sobre el lado izquierdo de las vértebras T5-12. A medida que desciende, la aorta torácica se aproxima al plano medio y desplaza al esófago hacia la derecha. Está rodeada por el **plexo aórtico torácico** (fig. 1-70B), una red de nervios autónomos. La aorta torácica se sitúa posterior a la raíz del pulmón izquierdo (figs. 1-69 y 1-70B), el pericardio y el esófago. Su nombre cambia al de *aorta abdominal* anterior al borde inferior de la vértebra T12 y entra en el abdomen a través del **hiato aórtico** del diafragma (fig. 1-71). El conducto torácico y la vena ácigos ascienden por el lado derecho de la aorta torácica y la acompañan a través del hiato.

En un patrón que será más evidente en el abdomen, las *ramas de la aorta descendente* se originan y discurren en tres «planos vasculares» (fig. 1-72):

- Un *plano anterior, plano de la línea media* de las *ramas viscerales impares* para el intestino (tubo digestivo embrionario) y sus derivados (A en el recuadro de la fig. 1-72).
- *Planos laterales* de las *ramas viscerales pares* que irrigan otras vísceras (diferentes al intestino) y sus derivados (B).
- *Planos posterolaterales* de las *ramas parietales pares* (*segmentarias*) para la pared corporal (C).

En el tórax, las *ramas viscerales impares* del plano vascular anterior son las **arterias esofágicas** —normalmente dos, aunque puede haber hasta cinco (fig. 1-72; tabla 1-5). Las *ramas viscerales pares* del plano lateral están representadas en el tórax por las *arterias bronquiales* (fig. 1-69). Aunque las arterias bronquiales derechas e izquierdas pueden originarse directamente en la aorta, es más frecuente que únicamente las arterias bronquiales pares izquierdas lo hagan; las arterias bronquiales derechas se originan indirectamente como ramas de una arteria intercostal posterior derecha (normalmente la 3.ª). Las *ramas parietales pares* de la aorta torácica que se originan posterolateralmente son las nueve *arterias intercostales posteriores* que irrigan todos los espacios intercostales, excepto los dos espacios superiores, y las *arterias subcostales* (fig. 1-72). Estas últimas se originan de la aorta torácica aunque discurren por debajo del diafragma. Se encuentran en serie con las arterias intercostales posteriores.

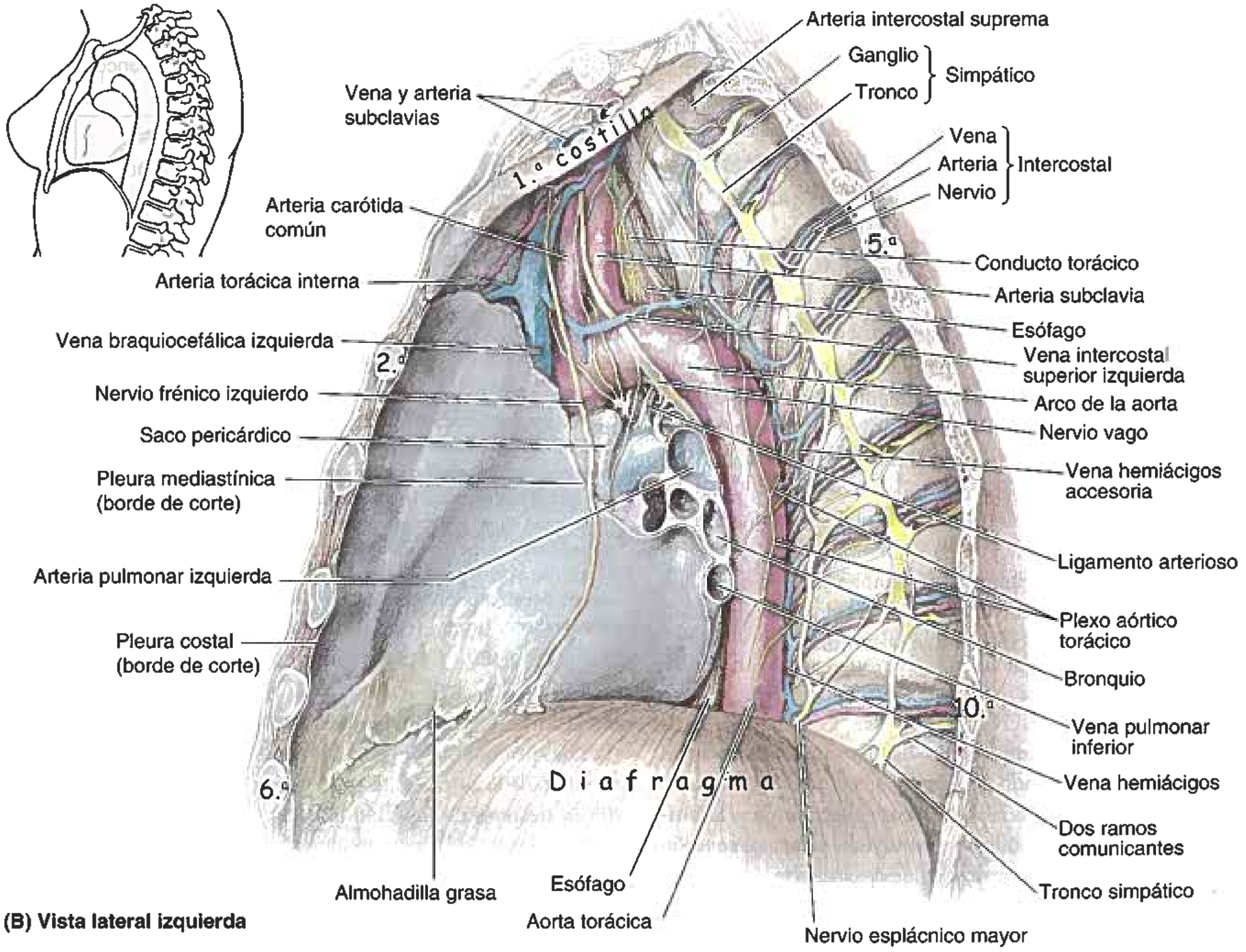

Arteria intercostal suprema
Ganglio
Tronco
Simpático
Vena y arteria subclavias
1.ª costilla
Vena
Arteria
Nervio
Intercostal
Arteria carótida común
5.ª
Conducto torácico
Arteria torácica interna
Arteria subclavia
Esófago
Vena braquiocefálica izquierda
2.ª
Vena intercostal superior izquierda
Nervio frénico izquierdo
Arco de la aorta
Saco pericárdico
Nervio vago
Pleura mediastínica (borde de corte)
Vena hemiácigos accesoria
Ligamento arterioso
Arteria pulmonar izquierda
Plexo aórtico torácico
Pleura costal (borde de corte)
Bronquio
10.ª
Vena pulmonar inferior
6.ª
Diafragma
Vena hemiácigos
Dos ramos comunicantes
Tronco simpático
Almohadilla grasa
Esófago
Aorta torácica
Nervio esplácnico mayor
(B) Vista lateral izquierda

FIGURA 1-70. *(Continuación)* **B.** El lado izquierdo del mediastino, el «lado rojo», está dominado por estructuras arteriales: el arco de la aorta y la aorta torácica, las arterias carótida común y subclavia izquierdas, y el ventrículo izquierdo (además del tronco pulmonar y la arteria pulmonar izquierda). En los niveles torácico y lumbar superior, el tronco simpático está unido a los nervios intercostales por dos ramos comunicantes (blanco y gris). La vena intercostal superior izquierda, que drena los dos o tres espacios intercostales superiores, pasa anteriormente para desembocar en la vena braquiocefálica izquierda.

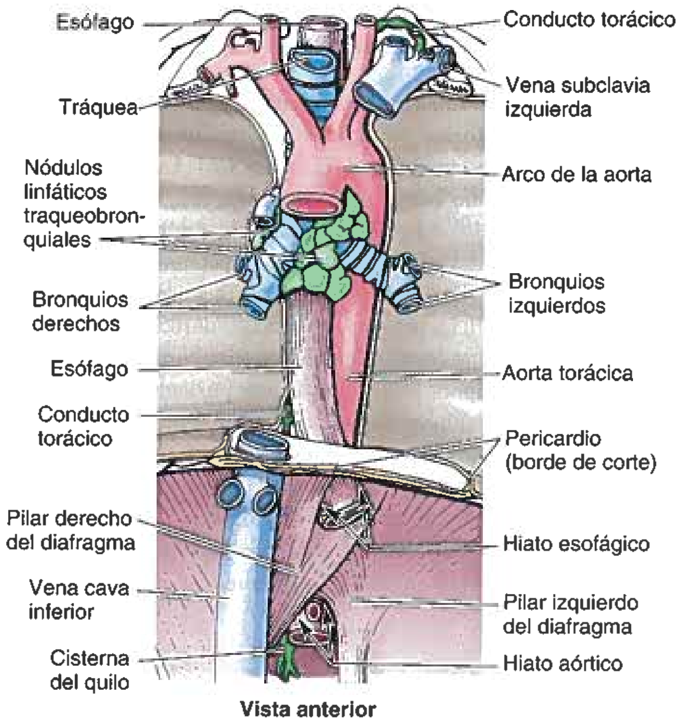

Esófago
Tráquea
Nódulos linfáticos traqueobronquiales
Bronquios derechos
Esófago
Conducto torácico
Pilar derecho del diafragma
Vena cava inferior
Cisterna del quilo
Conducto torácico
Vena subclavia izquierda
Arco de la aorta
Bronquios izquierdos
Aorta torácica
Pericardio (borde de corte)
Hiato esofágico
Pilar izquierdo del diafragma
Hiato aórtico
Vista anterior

FIGURA 1-71. Vista anterior del esófago, la tráquea, los bronquios y la aorta. El arco de la aorta se curva posteriormente sobre el lado izquierdo de la tráquea y el esófago. La hipertrofia de los nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina) puede ensanchar el ángulo entre los bronquios principales. En este espécimen, el conducto torácico entra en la vena subclavia izquierda.

Las excepciones a este patrón incluyen las:

- **Arterias frénicas superiores,** ramas parietales pares que pasan anterolateralmente a la superficie superior del diafragma (que en realidad se orienta posteriormente a este nivel debido a la convexidad del diafragma), donde se anastomosan con las ramas musculofrénica y pericardicofrénica de la arteria torácica interna.
- **Ramas pericárdicas,** ramas impares que se originan anteriormente aunque, en lugar de dirigirse al intestino, envían pequeñas ramas al pericardio. Esto también es válido para las pequeñas **arterias mediastínicas** que irrigan los nódulos linfáticos y otros tejidos del mediastino posterior.

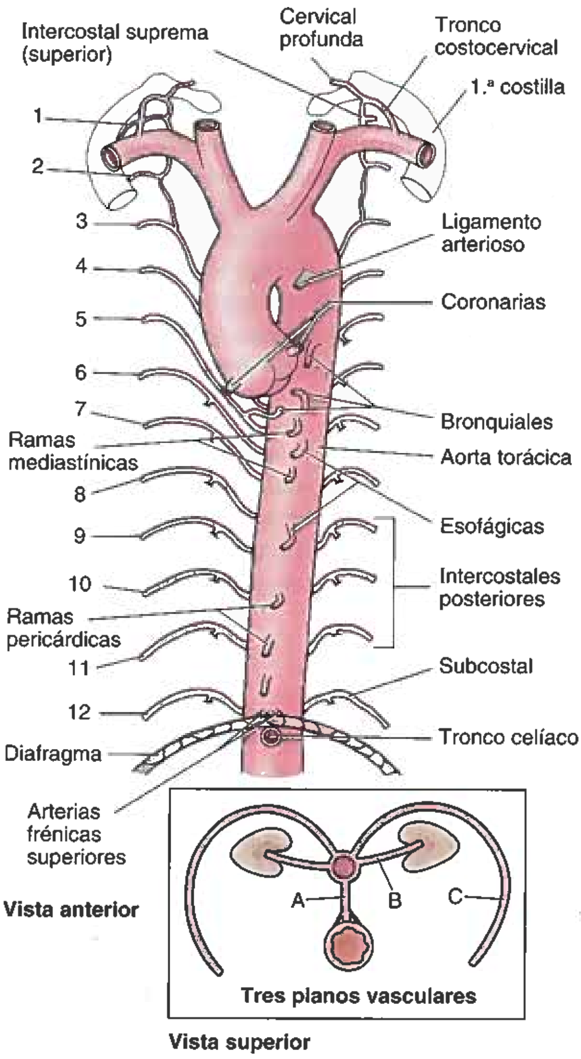

Intercostal suprema (superior)
Cervical profunda
Tronco costocervical
1.ª costilla
1
2
3
4
5
6
7
Ramas mediastínicas
8
9
10
Ramas pericárdicas
11
12
Diafragma
Arterias frénicas superiores
Vista anterior
Ligamento arterioso
Coronarias
Bronquiales
Aorta torácica
Esofágicas
Intercostales posteriores
Subcostal
Tronco celíaco
A
B
C
Tres planos vasculares
Vista superior

FIGURA 1-72. Ramas de la aorta torácica. Las ramas de la aorta torácica tienden a originarse dentro de tres planos vasculares *(recuadro)*. Las ramas esofágicas y pericárdicas representan ramas viscerales impares *(A en el recuadro)* que se originan anteriormente; las arterias bronquiales representan ramas pares viscerales laterales *(B en el recuadro)*; las arterias subcostales e intercostales posteriores (1-12) representan ramas parietales segmentarias pares que mayoritariamente se originan posterolateralmente *(C en el recuadro)*. Las arterias pares frénicas superiores que se originan a partir de la parte inferior de la aorta torácica que irriga el diafragma constituyen excepciones al patrón; son ramas parietales pares que han migrado anteriormente.

ESÓFAGO

El **esófago** desciende desde el mediastino superior hacia el mediastino posterior, pasando posterior y a la derecha del arco de la aorta (figs. 1-68C, 1-69 y 1-71), y posterior al pericardio y la aurícula (atrio) izquierda. El esófago constituye la principal relación posterior de la base del corazón. Luego, se desvía hacia la izquierda y atraviesa el *hiato esofágico* del diafragma a nivel de la vértebra T10, anterior a la aorta.

El esófago puede tener tres impresiones, o «constricciones», en su porción torácica. En las radiografías oblicuas de tórax obtenidas tras la ingestión de bario, pueden observarse como estrechamientos de la luz. El esófago está comprimido por tres estructuras: *1*) el arco de la aorta, *2*) el bronquio principal izquierdo, y *3*) el diafragma. Las dos primeras impresiones están muy próximas. La compresión del arco de la aorta es más evidente en una proyección posteroanterior después de ingerido el bario, y la impresión bronquial es más evidente en las proyecciones laterales. En el esófago vacío no se observan constricciones; no obstante, al expandirse durante su llenado, las estructuras citadas comprimen sus paredes.

CONDUCTO TORÁCICO Y TRONCOS LINFÁTICOS

El **conducto torácico** es el conducto linfático más largo del cuerpo. En el mediastino posterior, el conducto torácico se sitúa

TABLA 1-5. LA AORTA Y SUS RAMAS EN EL TÓRAX

Arteria	Origen	Recorrido	Ramas
Aorta ascendente	Orificio aórtico del ventrículo izquierdo	Asciende unos 5 cm respecto al ángulo del esternón, donde se convierte en el arco de la aorta	Arterias coronarias derecha e izquierda
Arco de la aorta	Continuación de la aorta ascendente	Se incurva posteriormente sobre el lado izquierdo de la tráquea y el esófago, y superior al bronquio principal izquierdo	Tronco braquiocefálico, carótida común izquierda y subclavia izquierda
Aorta torácica (descendente)	Continuación del arco de la aorta	Desciende por el mediastino posterior a la izquierda de la columna vertebral; gira a la derecha gradualmente para situarse en el plano medio al nivel del hiato aórtico	Arterias intercostales posteriores, subcostales, algunas arterias frénicas y ramas viscerales (p. ej., esofágicas)
Intercostales posteriores	Cara posterior de la aorta torácica	Discurren lateralmente y después anteriormente, paralelas a las costillas	Ramas cutáneas laterales y anteriores
Bronquiales (1-2 ramas)	Cara anterior de la aorta o de la arteria intercostal posterior	Discurren con el árbol traqueobronquial	Tejido bronquial y peribronquial, pleura visceral
Esofágicas (4-5 ramas)	Cara anterior de la aorta torácica	Discurren anteriormente al esófago	Al esófago
Frénicas superiores (varían en número)	Cara anterior de la aorta torácica	Se originan a nivel del hiato aórtico y pasan hacia la cara superior del diafragma	Al diafragma

sobre la cara anterior de los cuerpos de las siete vértebras torácicas inferiores (fig. 1-73). El conducto torácico conduce la mayor parte de la linfa del organismo hacia el sistema venoso, desde los miembros inferiores, la cavidad pélvica, la cavidad abdominal, el lado izquierdo del tórax, el lado izquierdo de la cabeza y el cuello, y el miembro superior izquierdo. Es decir, toda la linfa excepto la del cuadrante superior derecho (v. «Sistema linfoide» en la Introducción, p. 43).

El conducto torácico se origina en la **cisterna del quilo,** en el abdomen, y asciende a través del hiato aórtico del diafragma (fig. 1-71). Normalmente tiene una pared delgada de color blanco grisáceo. A menudo se asemeja a un rosario debido a sus numerosas válvulas. El conducto torácico asciende en el mediastino posterior entre la aorta torácica a su izquierda, la vena ácigos a su derecha, el esófago anteriormente y los cuerpos vertebrales posteriores. A nivel de las vértebras T4-6, el conducto torácico cruza hacia la izquierda, posterior al esófago, y asciende hacia el mediastino superior.

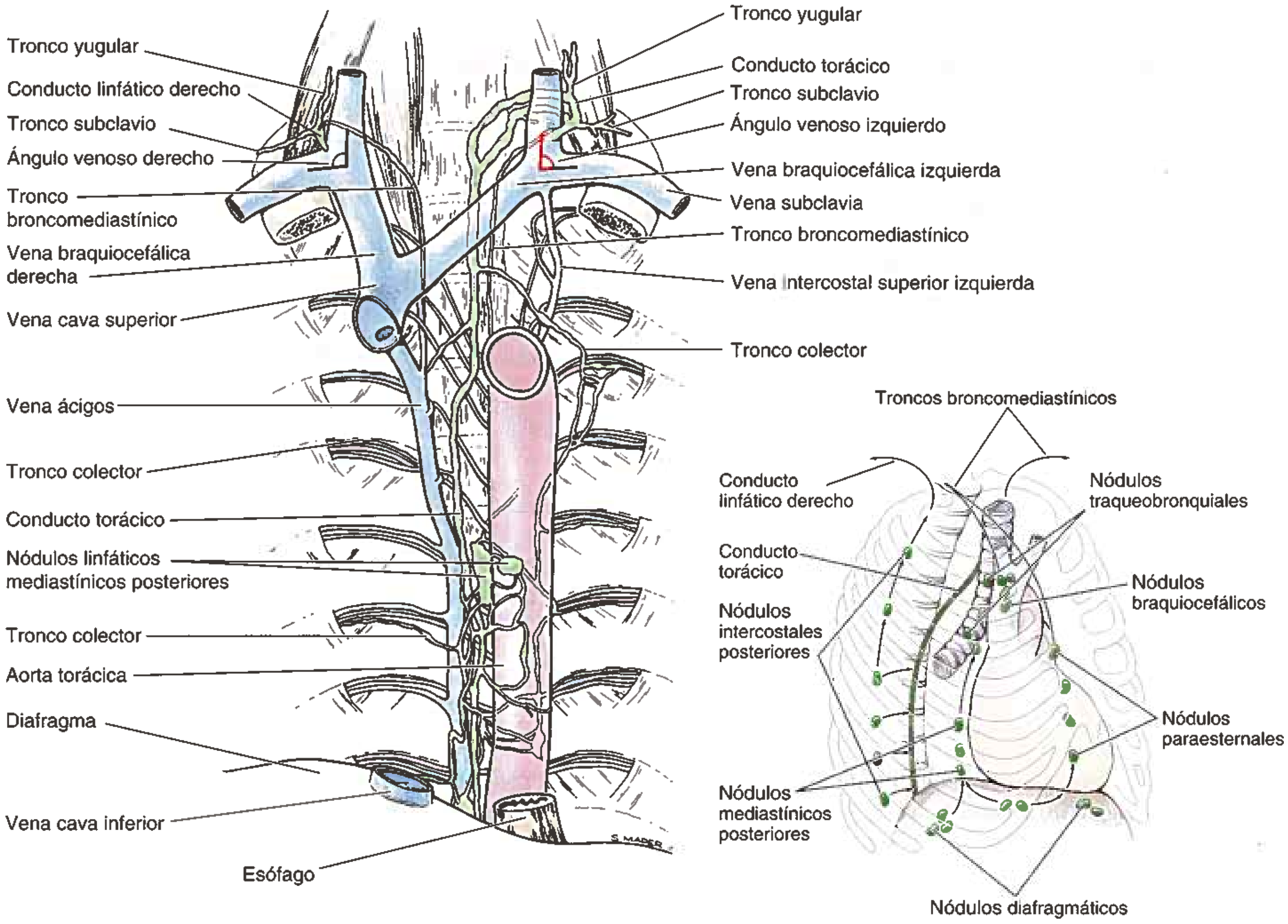
El conducto torácico recibe ramas de los espacios intercostales medios y superiores de ambos lados a través de diversos troncos colectores. También recibe ramas de estructuras mediastínicas posteriores. Cerca de su terminación, a menudo recibe los troncos linfáticos *yugulares, subclavios* y *broncomediastínicos* (aunque algunos de estos vasos pueden terminar independientemente). El conducto torácico suele desembocar en el sistema venoso cerca de la unión de las venas yugular interna y subclavia izquierdas —el *ángulo venoso* izquierdo o el origen de la vena braquiocefálica izquierda (figs. 1-72 y 1-73A)—, aunque también puede desembocar en la vena subclavia izquierda como se muestra en la figura 1-71.

VASOS Y NÓDULOS LINFÁTICOS DEL MEDIASTINO POSTERIOR

La aorta torácica y sus ramas ya se han descrito. Los **nódulos linfáticos mediastínicos posteriores** (fig. 1-73A y B) se sitúan posteriores al pericardio, donde están en relación con el esófago y la aorta torácica. Hay varios nódulos posteriores a la porción inferior del esófago y más (más de ocho) anteriores y laterales a él. Los nódulos linfáticos mediastínicos posteriores reciben linfa del esófago, la cara posterior del pericardio y el diafragma, y de los espacios intercostales posteriores medios. La linfa de los nódulos drena en los ángulos venosos derecho o izquierdo a través del conducto linfático derecho o del conducto torácico.

El **sistema de las venas ácigos**, a cada lado de la columna vertebral, drena el dorso y las paredes toracoabdominales (figs. 1-73A y 1-74A y B), así como las vísceras mediastínicas. El sistema de las venas ácigos presenta muchas variaciones en su origen, trayecto, tributarias y anastomosis. La *vena ácigos* (del griego *azygos*, impar) y su principal tributaria, la *vena hemiácigos*, suelen originarse de «raíces» en la cara posterior de la VCI y/o la vena renal izquierda, respectivamente, que se fusionan con las *venas lumbares* ascendentes.

La vena ácigos forma una vía colateral entre la VCS y la VCI, y drena sangre de las paredes posteriores del tórax y el abdomen. La vena ácigos asciende por el mediastino posterior, junto al lado derecho de los cuerpos de las ocho vértebras torácicas inferiores. Para unirse a la VCS, forma un arco sobre la cara superior de la raíz del pulmón derecho, de modo similar a como el arco de la aorta pasa sobre la raíz del pulmón izquierdo. Además de las *venas intercostales posteriores*, la vena ácigos comunica con los plexos venosos vertebrales que drenan el dorso, las vértebras y las estruc-


Tronco yugular
Conducto linfático derecho
Tronco subclavio
Ángulo venoso derecho
Tronco broncomediastínico
Vena braquiocefálica derecha
Vena cava superior
Vena ácigos
Tronco colector
Conducto torácico
Nódulos linfáticos mediastínicos posteriores
Tronco colector
Aorta torácica
Diafragma
Vena cava inferior
Esófago
Tronco yugular
Conducto torácico
Tronco subclavio
Ángulo venoso izquierdo
Vena braquiocefálica izquierda
Vena subclavia
Tronco broncomediastínico
Vena intercostal superior izquierda
Tronco colector
S. MADER
Troncos broncomediastínicos
Conducto linfático derecho
Nódulos traqueobronquiales
Conducto torácico
Nódulos braquiocefálicos
Nódulos intercostales posteriores
Nódulos paraesternales
Nódulos mediastínicos posteriores
Nódulos diafragmáticos

(A) Vista anterior

(B) Vista anterolateral derecha

FIGURA 1-73. Conducto torácico y troncos broncomediastínicos. A. Se ha traccionado la aorta torácica ligeramente hacia la izquierda y la vena ácigos ligeramente hacia la derecha para poder ver el conducto torácico. Aproximadamente en el plano transverso del tórax (a la altura del ángulo del esternón, disco intervertebral T4-5), el conducto torácico pasa hacia la izquierda y continúa su ascenso hacia el cuello, donde se arquea lateralmente para entrar en el ángulo venoso izquierdo. El conducto linfático derecho está formado por la unión de las parejas contralaterales de los conductos que se unen en la terminación del conducto torácico. **B.** Nódulos y vías linfáticas que proporcionan el drenaje linfático de la cavidad torácica.

turas del conducto vertebral. La vena ácigos recibe también las venas mediastínicas, esofágicas y bronquiales (fig. 1-74).

La **vena hemiácigos** se origina en el lado izquierdo por la unión de las venas subcostal izquierda y lumbar ascendente. Asciende por el lado izquierdo de la columna vertebral, posterior a la aorta torácica hasta la vértebra T9. Aquí cruza hacia la derecha, posterior a la aorta, el conducto torácico y el esófago, y se une a la vena ácigos. La vena hemiácigos recibe las tres venas intercostales posteriores inferiores, las venas esofágicas inferiores y varias pequeñas venas mediastínicas. La **vena hemiácigos accesoria** empieza en el extremo medial del 4.° o 5.° espacio intercostal y desciende por el lado izquierdo de la columna vertebral desde T5 hasta T8. Recibe tributarias de las venas de los espacios intercostales 4.°-8.° y, a veces, de las venas bronquiales izquierdas. Cruza sobre la vértebra T7 o T8, posterior a la aorta torácica y el conducto torácico, para unirse a la vena ácigos. A veces, la vena hemiácigos accesoria se une a la vena hemiácigos y drena con ella en la vena ácigos. La vena hemiácigos accesoria está conectada frecuentemente con la vena intercostal superior izquierda, tal y como muestra la figura 1-74. La vena intercostal superior izquierda, que drena los espacios intercostales 1.°-3.°, puede comunicarse con la vena hemiácigos accesoria; sin embargo, drena fundamentalmente en la vena braquiocefálica izquierda.

NERVIOS DEL MEDIASTINO POSTERIOR

Los troncos simpáticos y sus ganglios asociados forman una porción importante del sistema nervioso autónomo (fig. 1-75; tabla 1-6). Los **troncos simpáticos torácicos** se continúan con los troncos simpáticos cervicales y lumbares. Los troncos simpáticos torácicos se sitúan sobre las cabezas de las costillas en la porción superior del tórax, las articulaciones costovertebrales a nivel mediotorácico y los lados de los cuerpos vertebrales en la porción inferior del

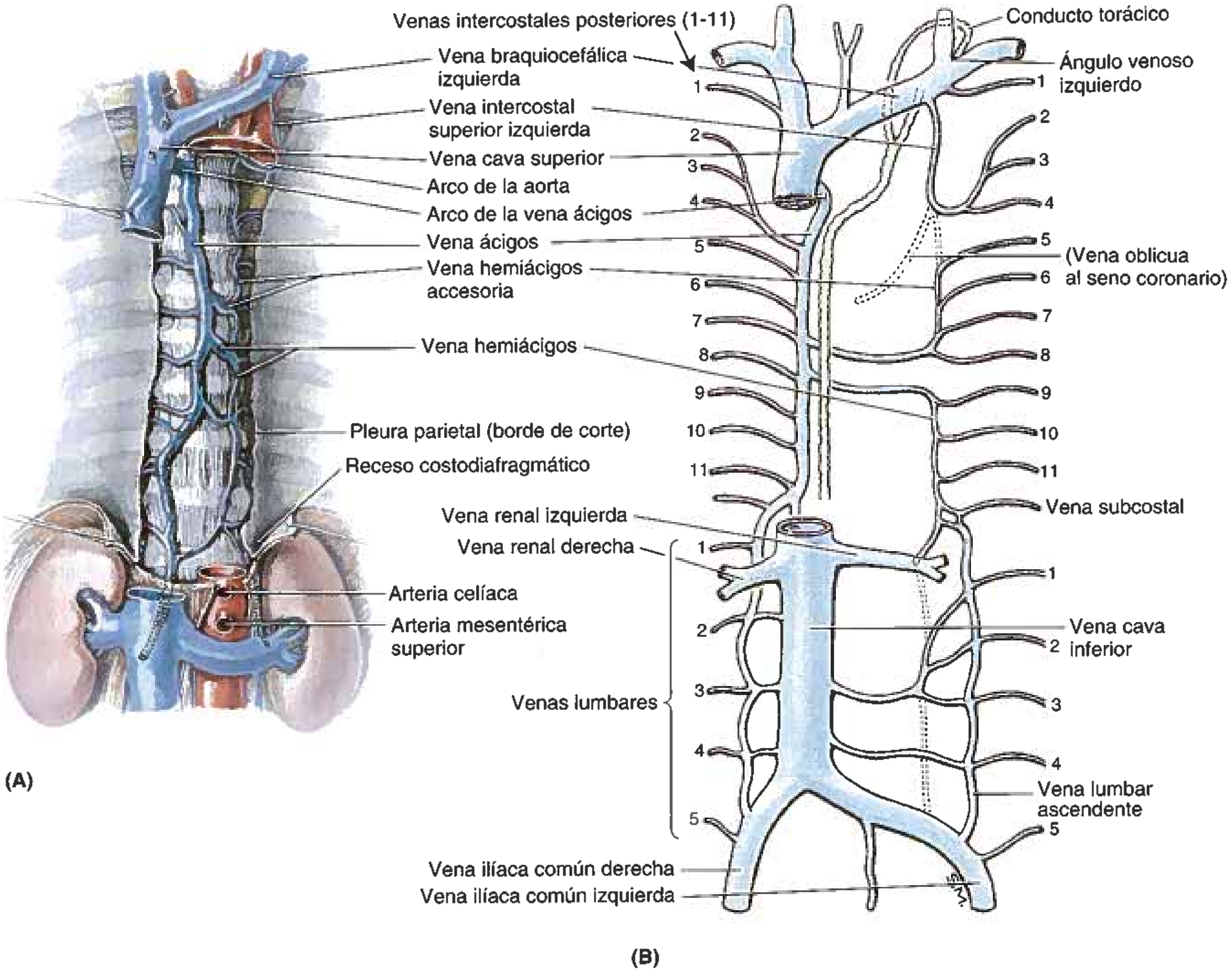

Venas intercostales posteriores (1-11)
Vena braquiocefálica izquierda
Vena intercostal superior izquierda
Vena cava superior
Arco de la aorta
Arco de la vena ácigos
Vena ácigos
Vena hemiácigos accesoria
Vena hemiácigos
Pleura parietal (borde de corte)
Receso costodiafragmático
Vena renal izquierda
Vena renal derecha
Arteria celíaca
Arteria mesentérica superior
Venas lumbares
Vena ilíaca común derecha
Vena ilíaca común izquierda
Conducto torácico
Ángulo venoso izquierdo
(Vena oblicua al seno coronario)
Vena subcostal
Vena cava inferior
Vena lumbar ascendente
(A)
(B)

FIGURA 1-74. **Sistema venoso ácigos.** La vena ácigos forma una conexión directa entre la vena cava inferior y la vena cava superior. Las venas ácigos y hemiácigos también se continúan inferiormente (debajo del diafragma) con las venas lumbares ascendentes.

tórax. Los **nervios esplácnicos torácicos inferiores** —conocidos también como nervios esplácnicos mayor, menor e imo— forman parte de los *nervios esplácnicos abdominopélvicos*, ya que inervan vísceras inferiores al diafragma. Están formados por fibras presinápticas de los ganglios simpáticos 5.°-12.°, que pasan a través del diafragma y hacen sinapsis en ganglios prevertebrales en el abdomen. Aportan inervación simpática para la mayoría de las vísceras abdominales. Estos nervios esplácnicos se describen más adelante en el capítulo 2.

Mediastino anterior

El **mediastino anterior**, la subdivisión más pequeña del mediastino (fig. 1-42), se sitúa entre el cuerpo del esternón y los músculos transversos del tórax, anteriormente, y el pericardio posteriormente. El mediastino anterior se continúa con el mediastino superior al nivel del ángulo del esternón, y está limitado inferiormente por el diafragma. El mediastino anterior está constituido por tejido conectivo laxo (**ligamentos esternopericárdicos**), grasa, vasos linfáticos, unos pocos nódulos linfáticos y ramas de los vasos torácicos internos. En lactantes y niños, el mediastino anterior contiene la porción inferior del timo. En casos infrecuentes, este órgano linfoide puede extenderse hasta alcanzar el nivel de los 4.os cartílagos costales.

Anatomía de superficie del corazón y las vísceras del mediastino

El corazón y los grandes vasos se encuentran aproximadamente en el centro del tórax, rodeados lateral y posteriormente por los pulmones, y limitados anteriormente por el esternón y la parte central de la caja torácica (fig. 1-76). Los bordes del corazón son variables y dependen de la posición del diafragma y de la constitución y la condición física de cada persona. La silueta del corazón puede trazarse sobre la cara anterior del tórax mediante las referencias siguientes (fig. 1-76C):

- El *borde superior* corresponde a una línea que conecta el borde inferior del 2.° cartílago costal izquierdo con el borde superior del 3.er cartílago costal derecho.

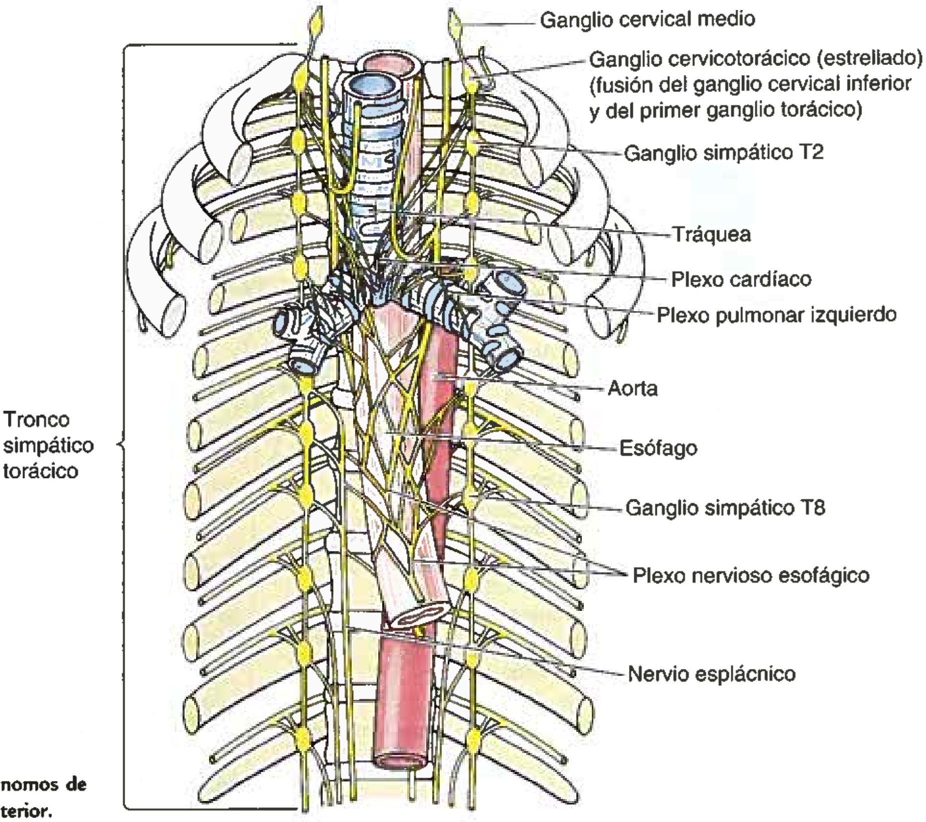

Ganglio cervical medio
Ganglio cervicotorácico (estrellado) (fusión del ganglio cervical inferior y del primer ganglio torácico)
Ganglio simpático T2
Tráquea
Plexo cardíaco
Plexo pulmonar izquierdo
Aorta
Esófago
Ganglio simpático T8
Plexo nervioso esofágico
Nervio esplácnico
Tronco simpático torácico

FIGURA 1-75. Nervios autónomos de los mediastinos superior y posterior.

TABLA 1-6. NERVIOS DEL TÓRAX

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Vago (NC X)	8-10 filetes radiculares de la médula oblongada	Entra en el mediastino superior, posterior a la articulación esternoclavicular y la vena braquiocefálica; da origen al nervio laríngeo recurrente; continúa en el abdomen	Plexo pulmonar, plexo esofágico y plexo cardíaco
Frénico	Ramos anteriores de los nervios C3-5	Pasa a través de la abertura torácica superior y discurre entre la pleura mediastínica y el pericardio	Porción central del diafragma
Intercostales (1-11)	Ramos anteriores de los nervios T1-11	Discurren en los espacios intercostales, entre los músculos intercostales interno e íntimo	Músculos intercostales y piel sobre el espacio intercostal; los nervios inferiores inervan los músculos y la piel de la pared anterolateral del abdomen
Subcostal	Ramo anterior del nervio T12	Sigue el borde inferior de la 12.ª costilla y pasa hacia la pared abdominal	Pared abdominal y piel de la región glútea
Laríngeo recurrente	Nervio vago	El derecho forma un asa alrededor de la arteria subclavia; el izquierdo rodea al arco de la aorta y asciende por el surco traqueoesofágico	Músculos intrínsecos de la laringe (excepto el cricotiroideo); sensitivo, inferior al nivel de los pliegues vocales
Plexo cardíaco	Ramos cervicales y cardíacos del nervio vago y del tronco simpático	Desde el arco de la aorta y cara posterior del corazón, las fibras se extienden a lo largo de las arterias coronarias y hacia el nódulo SA	Los impulsos pasan hacia el nódulo SA; las fibras parasimpáticas reducen la frecuencia y la fuerza del latido cardíaco, y constriñen las arterias coronarias; las fibras simpáticas tienen el efecto opuesto
Plexo pulmonar	Nervio vago y tronco simpático	Se forma en la raíz del pulmón y se extiende por las subdivisiones bronquiales	Las fibras parasimpáticas constriñen los broquíolos; las fibras simpáticas los dilatan; las aferentes conducen reflejos
Plexo esofágico	Nervio vago, ganglios simpáticos y nervio esplácnico mayor	Distales a la bifurcación traqueal, el nervio vago y los nervios simpáticos forman el plexo alrededor del esófago	Fibras vagales y simpáticas para el músculo liso y las glándulas de los dos tercios inferiores del esófago

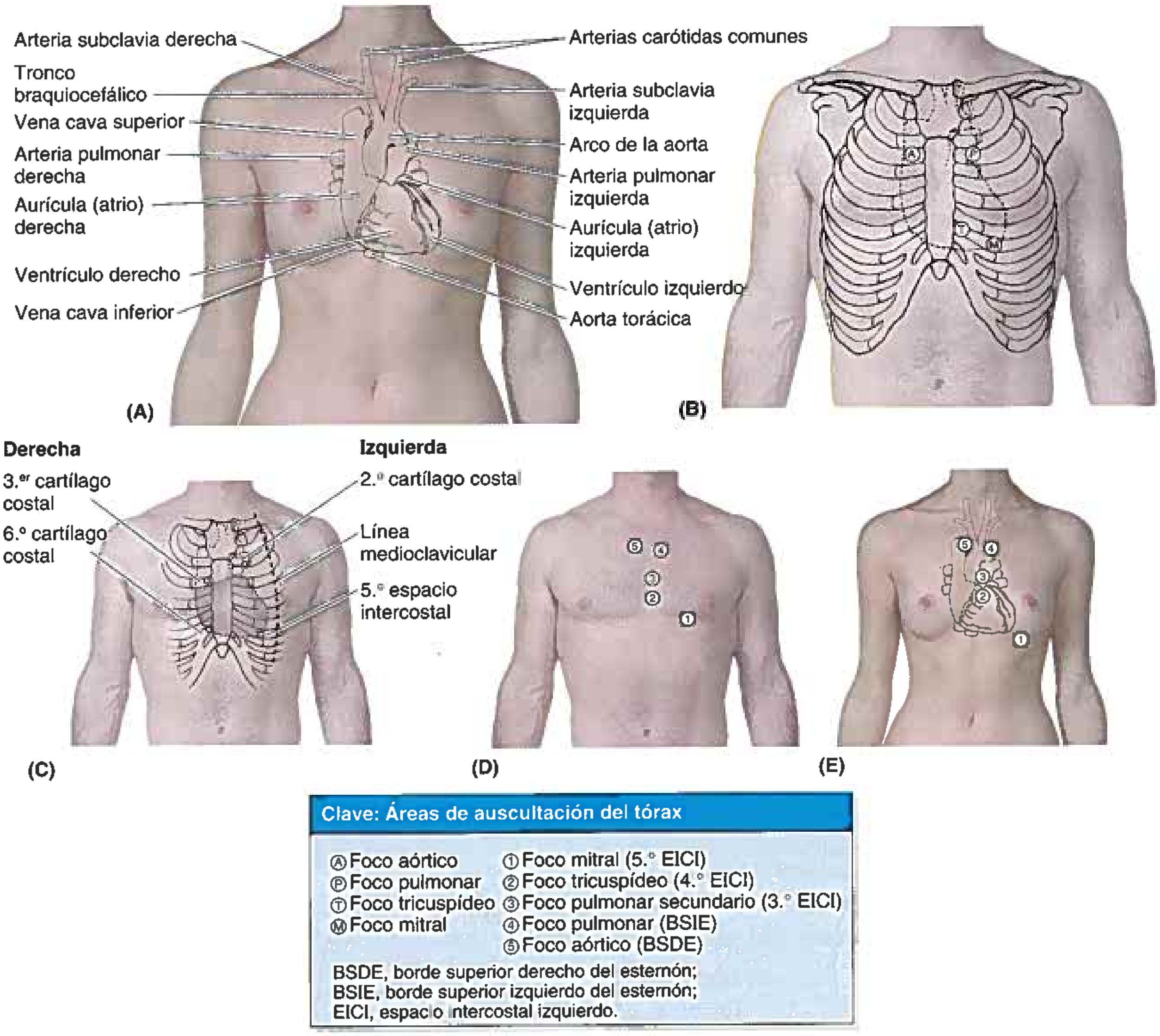

Arteria subclavia derecha
Tronco braquiocefálico
Vena cava superior
Arteria pulmonar derecha
Aurícula (atrio) derecha
Ventrículo derecho
Vena cava inferior
Arterias carótidas comunes
Arteria subclavia izquierda
Arco de la aorta
Arteria pulmonar izquierda
Aurícula (atrio) izquierda
Ventrículo izquierdo
Aorta torácica
(A)
Ⓐ
Ⓟ
Ⓣ
Ⓜ
(B)
Derecha
3.er cartílago costal
6.° cartílago costal
Izquierda
2.° cartílago costal
Línea medioclavicular
5.° espacio intercostal
(C)
⑤ ④ ③ ② ①
(D)
⑤ ④ ③ ② ①
(E)
Clave: Áreas de auscultación del tórax
Ⓐ Foco aórtico
Ⓟ Foco pulmonar
Ⓣ Foco tricuspídeo
Ⓜ Foco mitral
① Foco mitral (5.° EICI)
② Foco tricuspídeo (4.° EICI)
③ Foco pulmonar secundario (3.° EICI)
④ Foco pulmonar (BSIE)
⑤ Foco aórtico (BSDE)
BSDE, borde superior derecho del esternón;
BSIE, borde superior izquierdo del esternón;
EICI, espacio intercostal izquierdo.

FIGURA 1-76. **Anatomía de superficie de las vísceras del mediastino.**

- El *borde derecho* corresponde a una línea trazada desde el 3.er cartílago costal derecho hasta el 6.° cartílago costal derecho; este borde es ligeramente convexo hacia la derecha.
- El *borde inferior* corresponde a una línea trazada desde el extremo inferior del borde derecho hasta un punto en el 5.° espacio intercostal próximo a la línea medioclavicular izquierda; el extremo izquierdo de esta línea corresponde a la localización del vértice del corazón y del choque de la punta.
- El *borde izquierdo* corresponde a una línea que conecta los extremos izquierdos de las líneas que representan los bordes superior e inferior.
- Las válvulas se localizan posteriormente al esternón; sin embargo, los ruidos que producen se proyectan hacia los focos auscultatorios (fig. 1-76), pulmonar, aórtico, mitral y tricúspide, donde se coloca el estetoscopio para evitar que se interponga hueso.

El **choque (latido) de la punta** es un impulso que se produce porque el vértice se ve forzado contra la pared torácica anterior cuando se contrae el ventrículo izquierdo. La localización del choque de la punta (área mitral) varía en su posición y puede localizarse en los espacios intercostales 4.° o 5.°, a unos 6-10 cm de la línea media anterior del tórax.

Focos de auscultación

El interés clínico de la anatomía de superficie del corazón y de las válvulas cardíacas resulta de la necesidad de auscultar los ruidos valvulares. Los cinco focos (dos son para la válvula pulmonar) están separados lo máximo posible de modo que los sonidos producidos en cualquier válvula pueden distinguirse claramente de los producidos en las otras (fig. 1-76D y E). La sangre tiende a transportar el sonido en la dirección de su flujo; por ello, cada foco está situado superficialmente respecto a la cavidad o vaso a donde se dirige la sangre y en línea directa con el orificio valvular.

MEDIASTINO SUPERIOR, POSTERIOR Y ANTERIOR

Variaciones de las grandes arterias

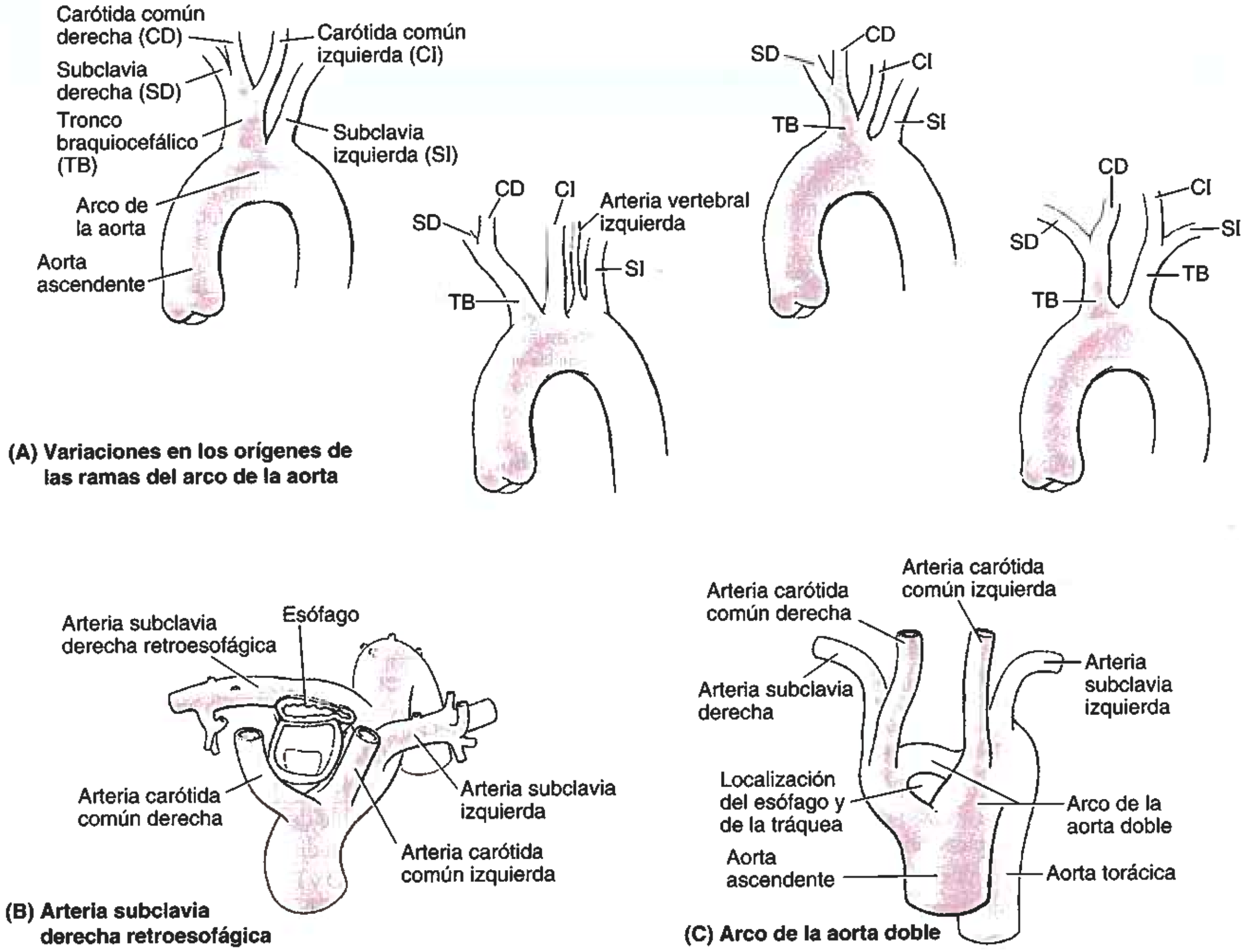
RAMAS DEL ARCO DE LA AORTA

El patrón habitual de ramificación del arco de la aorta está presente aproximadamente en el 65 % de las personas (fig. 1-64). Las variaciones en el origen de las ramas del arco son bastante frecuentes (fig. C1-32A). En aproximadamente el 27 % de las personas, la arteria carótida común izquierda se origina a partir del tronco braquiocefálico. En aproximadamente el 2,5 % de las personas no se forma el tronco braquiocefálico; en tal caso, cada una de las cuatro arterias (las arterias carótidas comunes y subclavias derecha e izquierda) se originan independientemente en el arco de la aorta. La arteria vertebral izquierda se origina en el arco de la aorta en aproximadamente el 5 % de las personas. En el arco nacen troncos braquiocefálicos derecho e izquierdo en aproximadamente el 1,2 % de las personas (Bergman *et al.*, 1988).

En ocasiones hay una *arteria subclavia derecha retroesofágica* que nace como la última rama (la situada más a la izquierda) del arco de la aorta (fig. C1-32B). La arteria cruza posterior al esófago para alcanzar el miembro superior derecho y puede comprimir el esófago, provocando dificultad al tragar (*disfagia*). Puede originarse una arteria accesoria para la glándula tiroides, la **arteria tiroidea ima,** en el arco de la aorta o en la arteria braquiocefálica.

ANOMALÍAS DEL ARCO DE LA AORTA

La porción más superior del arco de la aorta suele situarse unos 2,5 cm inferior al borde superior del manubrio, pero puede ser más superior o más inferior. A veces, el arco se curva sobre la raíz del pulmón derecho y pasa inferiormente por el lado derecho, formando un **arco derecho de la aorta.** En algunos casos, el arco anómalo, tras pasar sobre la raíz del pulmón derecho, pasa posterior al esófago para alcanzar su posición habitual en el lado izquierdo. Es menos frecuente que un **arco doble de la aorta** forme un anillo vascular alrededor del esófago y la tráquea (fig. C1-32C). Si la tráquea está tan comprimida que se afecta la respiración, puede ser necesario dividir quirúrgicamente el anillo vascular.

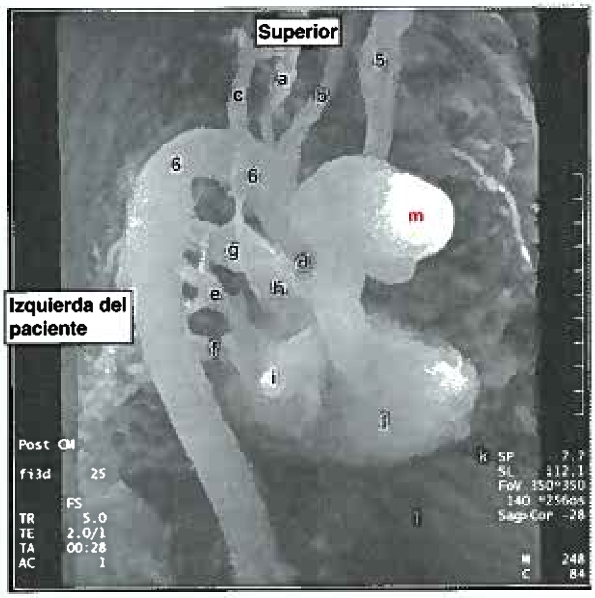

Carótida común derecha (CD)
Subclavia derecha (SD)
Tronco braquiocefálico (TB)
Arco de la aorta
Aorta ascendente
Carótida común izquierda (CI)
Subclavia izquierda (SI)
CD
CI
SD
Arteria vertebral izquierda
SI
TB
SD
CD
CI
TB
SI
CD
CI
SI
SD
TB
TB
Arteria subclavia derecha retroesofágica
Esófago
Arteria carótida común derecha
Arteria subclavia izquierda
Arteria carótida común izquierda
Arteria carótida común derecha
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia derecha
Arteria subclavia izquierda
Localización del esófago y de la tráquea
Arco de la aorta doble
Aorta ascendente
Aorta torácica

(A) Variaciones en los orígenes de las ramas del arco de la aorta

(B) Arteria subclavia derecha retroesofágica

(C) Arco de la aorta doble

FIGURA C1-32. Variaciones y anomalías de las ramas del arco de la aorta.



Aneurisma del arco de la aorta. Angiografía por resonancia magnética (angio-RM) en un plano sagital oblicuo; el medio de contraste inyectado muestra las estructuras vasculares como hiperintensas (brillantes): (5) vena cava superior, (6) arco de la aorta, (a) arteria carótida común izquierda, (b) arteria braquiocefálica, (c) arteria subclavia izquierda, (d) aorta ascendente, (e) vena pulmonar derecha, (f) vena pulmonar izquierda, (g) arteria pulmonar izquierda, (h) tronco pulmonar, (i) aurícula (atrio) izquierda, (j) ventrículo izquierdo, (k) diafragma, (l) hígado, (m) gran aneurisma sacular que se origina en la aorta ascendente.

FIGURA C1-33. **Aneurisma del arco de la aorta.**

Aneurisma de la aorta ascendente

La porción distal de la aorta ascendente recibe una fuerte acometida de sangre cada vez que se contrae el ventrículo izquierdo. Como su pared no está reforzada por pericardio fibroso (el pericardio fibroso se fusiona con la adventicia en la porción inicial del arco; fig. 1-66B), puede aparecer un *aneurisma* (dilatación localizada). Los aneurismas aórticos se observan fácilmente en una placa de tórax (radiografía) o en una angiografía por resonancia magnética (RM) (fig. C1-33) como un área agrandada en la silueta de la aorta ascendente. Las personas que sufren un aneurisma suelen sufrir dolor torácico que irradia al dorso. El aneurisma puede comprimir la tráquea, el esófago y el nervio laríngeo recurrente, provocando dificultades para respirar y tragar.

Coartación de la aorta

En la **coartación de la aorta,** el arco de la aorta o la aorta torácica presentan un estrechamiento (estenosis) anormal que disminuye el calibre de la luz del vaso, produciendo una obstrucción al flujo sanguíneo hacia la parte inferior del cuerpo (fig. C1-34). La localización más frecuente de la coartación es cerca del ligamento arterioso (fig. 1-63). Cuando la coartación se produce por debajo de este punto *(coartación posductal)*, normalmente se desarrolla una circulación colateral adecuada entre las porciones proximal y distal de la aorta a través de las arterias intercostales y torácicas internas. Este tipo de coartación es compatible con la vida durante muchos años, ya que la circulación colateral transporta sangre a la aorta torácica distal a la estenosis. Los vasos colaterales pueden volverse tan grandes que provoquen un latido notable en los espacios intercostales y erosionen las superficies costales adyacentes, lo que es visible en las radiografías del tórax.

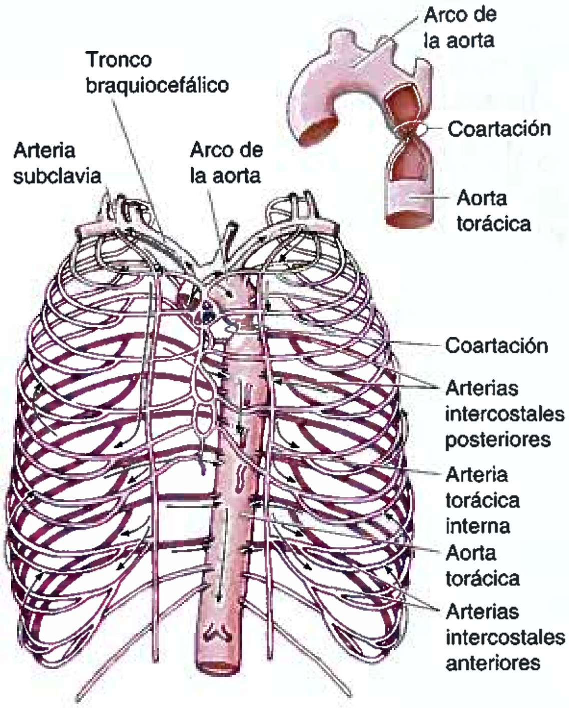


FIGURA C1-34. **Coartación aórtica.**

Lesión de los nervios laríngeos recurrentes

Los nervios laríngeos recurrentes inervan a todos los músculos intrínsecos de la laringe, excepto uno. En consecuencia, cualquier procedimiento exploratorio (diagnóstico; p. ej., una *mediastinotomía*) o enfermedad en el mediastino superior pueden lesionar estos nervios y afectar la voz. Debido a que el nervio laríngeo recurrente izquierdo forma un asa alrededor del arco de la aorta y asciende entre la tráquea y el esófago, puede verse afectado por un carcinoma esofágico o bronquial, un aumento de tamaño de los nódulos linfáticos mediastínicos o un *aneurisma del arco de la aorta*. En este último caso, el nervio puede ser distendido por la dilatación del arco de la aorta.

Bloqueo del esófago

Las impresiones/constricciones producidas en el esófago por estructuras adyacentes tienen relevancia clínica debido a que el paso de sustancias es más lento en esos puntos. Las impresiones indican dónde es más probable que se alojen los cuerpos extraños deglutidos y dónde puede aparecer una estenosis, por ejemplo, tras beber accidentalmente un líquido cáustico, como lejía.

Desgarro del conducto torácico

El conducto torácico posee una pared delgada y suele ser de color blanco mate en las personas vivas. Sin embargo, puede ser incoloro, lo que puede hacer que sea difícil de identificar. En consecuencia, puede pasar inadvertido y sufrir lesiones durante maniobras exploratorias y/o quirúrgicas en el mediastino posterior. El desgarro del conducto torácico por un accidente o durante una intervención pulmonar provoca el derrame de linfa hacia la cavidad torácica a un ritmo que oscila entre 75 y 200 ml por hora. La linfa o el quilo de los vasos quilíferos del intestino también puede entrar en la cavidad pleural, lo que provocará un *quilotórax*. El líquido puede extraerse con una jeringa o por toracocentesis; en algunos casos, puede ser necesario ligar el conducto torácico. Entonces la linfa regresa al sistema venoso por otros conductos linfáticos que se unen al conducto torácico superiormente a la ligadura.

Variaciones del conducto torácico

Las variaciones del conducto torácico son frecuentes, ya que su porción superior representa el miembro original izquierdo de una pareja de vasos linfáticos embrionarios. A veces existen dos conductos torácicos durante un corto tramo.

Rutas venosas colaterales hacia el corazón

Las venas ácigos, hemiácigos y hemiácigos accesoria ofrecen sistemas alternativos de drenaje venoso de las regiones torácica, abdominal y del dorso cuando se produce una *obstrucción de la vena cava inferior*. En algunas personas, una vena ácigos accesoria discurre en paralelo con la vena ácigos en el lado derecho. Otras personas carecen de un sistema venoso hemiácigos. Una variación clínicamente importante, aunque infrecuente, se da cuando el sistema venoso ácigos recibe toda la sangre de la VCI, con excepción de la del hígado. En estas personas, el sistema venoso ácigos drena casi toda la sangre inferior al diafragma, excepto la del tubo digestivo. Cuando se produce una *obstrucción de la vena cava superior* superior a la desembocadura de la vena ácigos, la sangre puede drenar inferiormente en las venas de la pared abdominal y volver hacia la aurícula (atrio) derecha a través de la VCI y las venas del sistema ácigos.

Cambios en el timo relacionados con la edad

El timo es una característica destacada del mediastino superior durante la lactancia y la niñez. En algunos lactantes, el timo puede comprimir la tráquea. El timo desempeña un papel importante en el desarrollo y el mantenimiento del sistema inmunitario. Al llegar a la pubertad, el tamaño relativo del timo empieza a disminuir. En la edad adulta suele ser reemplazado por tejido adiposo y suele ser difícil de reconocer; sin embargo, sigue produciendo linfocitos T.

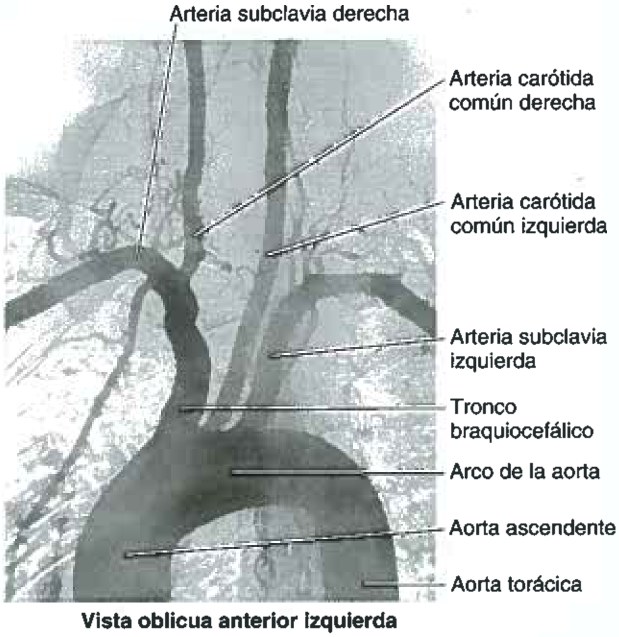

Arteria subclavia derecha
Arteria carótida común derecha
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia izquierda
Tronco braquiocefálico
Arco de la aorta
Aorta ascendente
Aorta torácica
Vista oblicua anterior izquierda

FIGURA C1-35. **Angiografía aórtica (aortografía).**

Angiografía aórtica

Para visualizar radiológicamente el arco de la aorta y las ramas que en él se originan, se introduce un catéter largo y estrecho en la aorta ascendente a través de la arteria femoral o braquial en la región inguinal o del codo, respectivamente. Bajo control fluoroscópico, el extremo del catéter se sitúa justo dentro de la abertura de una arteria coronaria; puede obtenerse una **angiografía aórtica** inyectando un contraste radiopaco en la aorta y en las aberturas de las arterias que nacen en el arco de la aorta (fig. C1-35).

Radiografías del mediastino

El corazón proyecta la mayor parte de la sombra radiopaca central en las proyecciones posteroanteriores (fig. C1-36), pero no es posible distinguir las cavidades cardíacas por separado. Es importante conocer las estructuras que forman la **silueta (sombra) cardíaca,** ya que los cambios en la silueta pueden indicar anomalías o trastornos funcionales (fig. C1-36A). En las radiografías posteroanteriores (proyecciones anteroposteriores), los bordes de la silueta cardíaca son los siguientes:

- *Borde derecho,* vena braquiocefálica derecha, VCS, aurícula (atrio) derecha y VCI.
- *Borde izquierdo,* porción terminal del arco de la aorta, tronco pulmonar, aurícula (atrio) izquierda y ventrículo izquierdo.

La parte inferior izquierda de la silueta cardíaca corresponde a la región del vértice. Cuando está presente el vértice cardíaco anatómico típico, suele ser inferior a la sombra del diafragma. Pueden producirse tres tipos de silueta cardíaca, que dependen fundamentalmente del biotipo (fig. C1-36B):

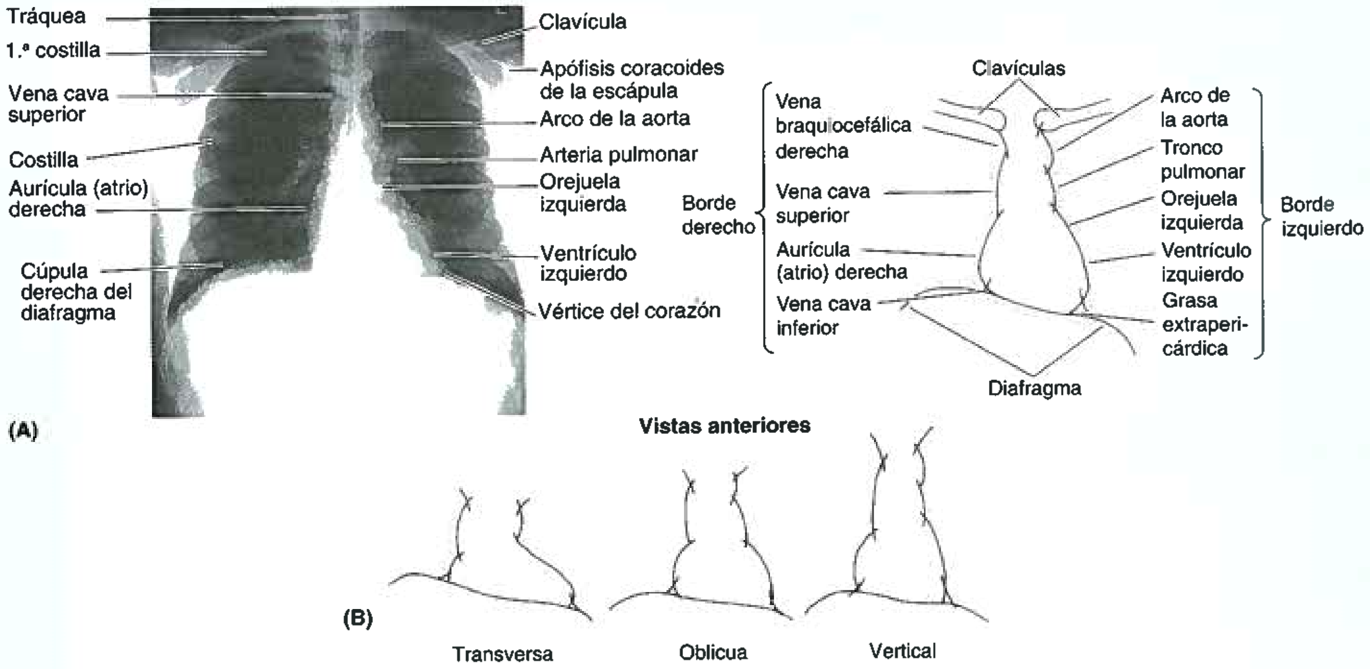
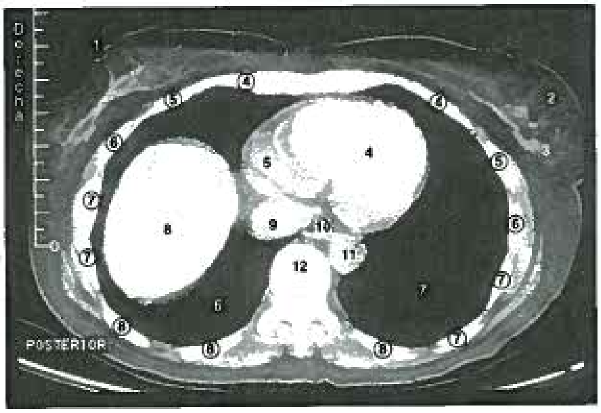

Tráquea
1.ª costilla
Vena cava superior
Costilla
Aurícula (atrio) derecha
Cúpula derecha del diafragma
Clavícula
Apófisis coracoides de la escápula
Arco de la aorta
Arteria pulmonar
Orejuela izquierda
Ventrículo izquierdo
Vértice del corazón
(A)
Borde derecho
Vena braquiocefálica derecha
Vena cava superior
Aurícula (atrio) derecha
Vena cava inferior
Clavículas
Arco de la aorta
Tronco pulmonar
Orejuela izquierda
Ventrículo izquierdo
Grasa extrapericárdica
Borde izquierdo
Diafragma
Vistas anteriores
(B)
Transversa
Oblicua
Vertical

FIGURA C1-36. **Sombras cardíacas (siluetas mediastínicas).** **A.** Composición de los márgenes de la silueta cardíaca. **B.** Tipos frecuentes de silueta cardíaca.

- *Tipo transverso*, que se observa en personas obesas, embarazadas y lactantes.
- *Tipo oblicuo*, característico de la mayoría de las personas.
- *Tipo vertical*, presente en personas con tórax estrecho.

TC y RM del mediastino

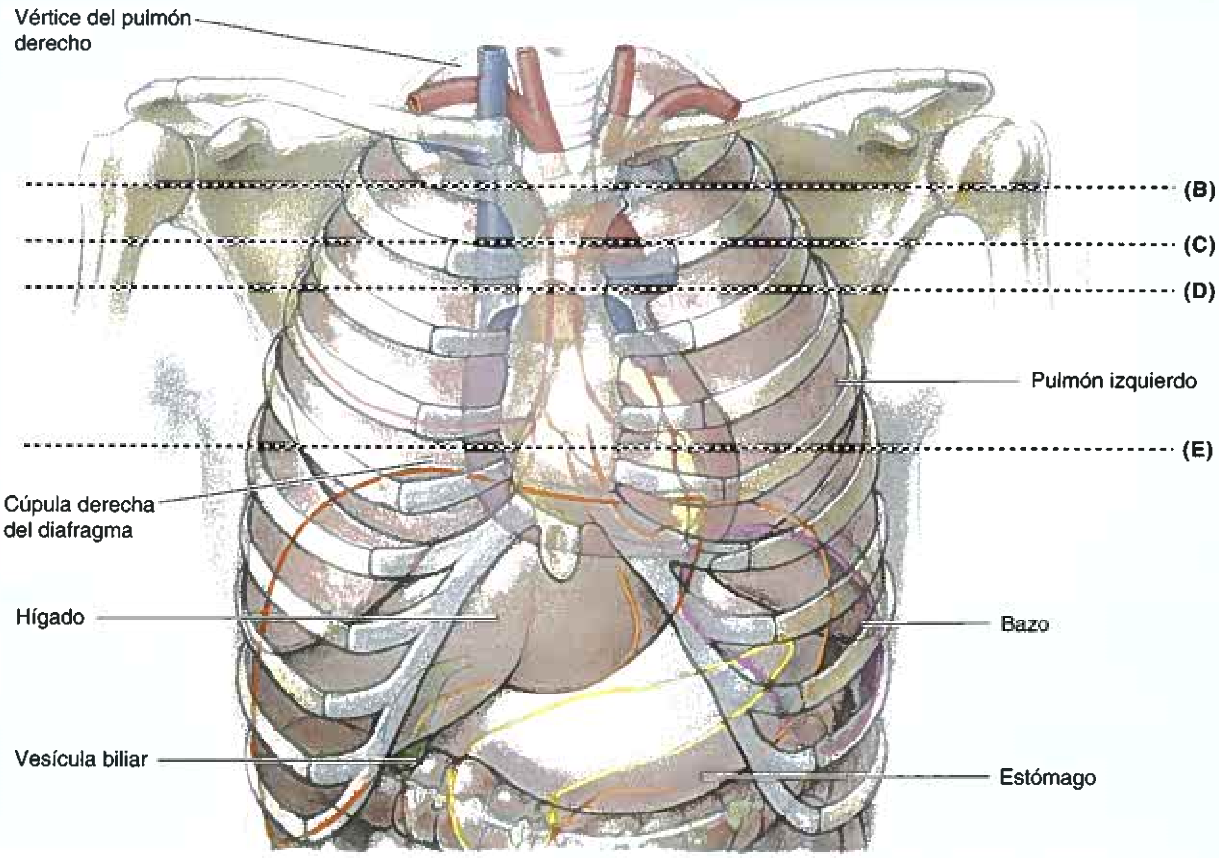
La TC y la RM se utilizan habitualmente para examinar el tórax. A veces se combina la TC con una mamografía para examinar las mamas (fig. C1-37). Antes de obtener las imágenes de TC, se inyecta un medio de contraste yodado por vía intravenosa. Debido a que las células del cáncer de mama tienen una afinidad inusual por el yodo, se vuelven reconocibles. La RM suele ser mejor para detectar y delimitar lesiones de los tejidos blandos. Resulta especialmente útil para examinar las vísceras y los nódulos linfáticos del mediastino y la raíz de los pulmones, mediante imágenes tanto planares (fig. C1-38) como reconstruidas (fig. C1-39). Los estudios de RM y TC transversales (axiales) siempre se orientan para mostrar un corte horizontal del cuerpo de un paciente en decúbito supino en la mesa de exploración, tal como lo vería el médico si se situase a los pies del paciente. Por lo tanto, la parte superior de la imagen es anterior, y el borde lateral izquierdo de la imagen representa la cara lateral derecha del cuerpo del paciente. Los datos de una TC o una RM pueden reconstruirse gráficamente en el ordenador como cortes del cuerpo transversales, sagitales, oblicuos o coronales.


Derecha
POSTERIOR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Los números del interior de los círculos indican las costillas correspondientes

1. Pezón
2. Conducto galactóforo
3. Ligamentos suspensorios
4. Ventrículo izquierdo
5. Aurícula (atrio) derecha
6. Pulmón derecho
7. Pulmón izquierdo
8. Hígado
9. Vena cava inferior
10. Esófago
11. Aorta torácica
12. Vértebra T9

FIGURA C1-37. **TC de las mamas.**


Vértice del pulmón derecho
(B)
(C)
(D)
Pulmón izquierdo
(E)
Cúpula derecha del diafragma
Hígado
Bazo
Vesícula biliar
Estómago

(A) Vista anterior

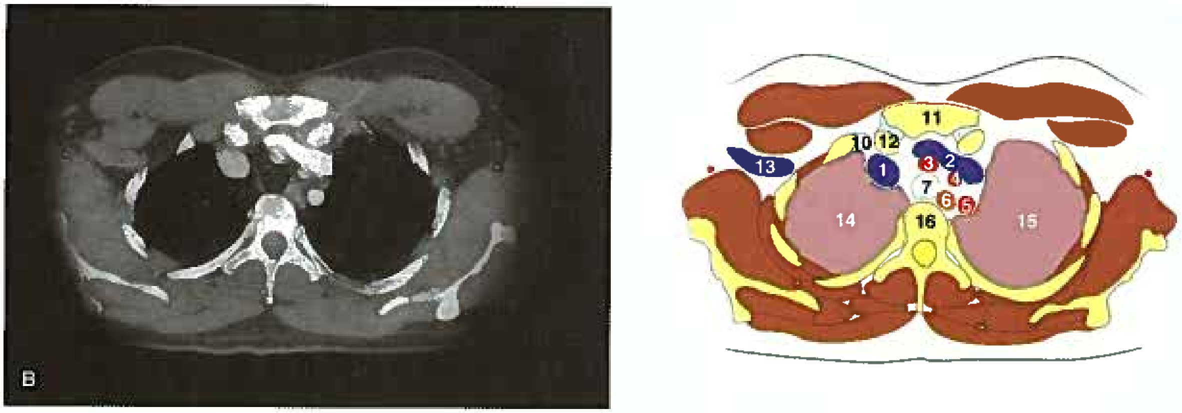

B
11
10
12
13
1
3
2
4
7
6
5
14
16
15

FIGURA C1-38. **TC seriadas transversas del tórax.** **A.** Se señala el nivel de cada corte *(líneas discontinuas)*. **B.** A nivel de las articulaciones esternoclaviculares, la vena braquiocefálica izquierda (2) *cruza la línea media anterior a las tres ramas del arco de la aorta* (3, 4 y 5) para unirse a la vena braquiocefálica derecha (1), formando la vena cava superior (22) a un nivel más inferior *(continúa)*.

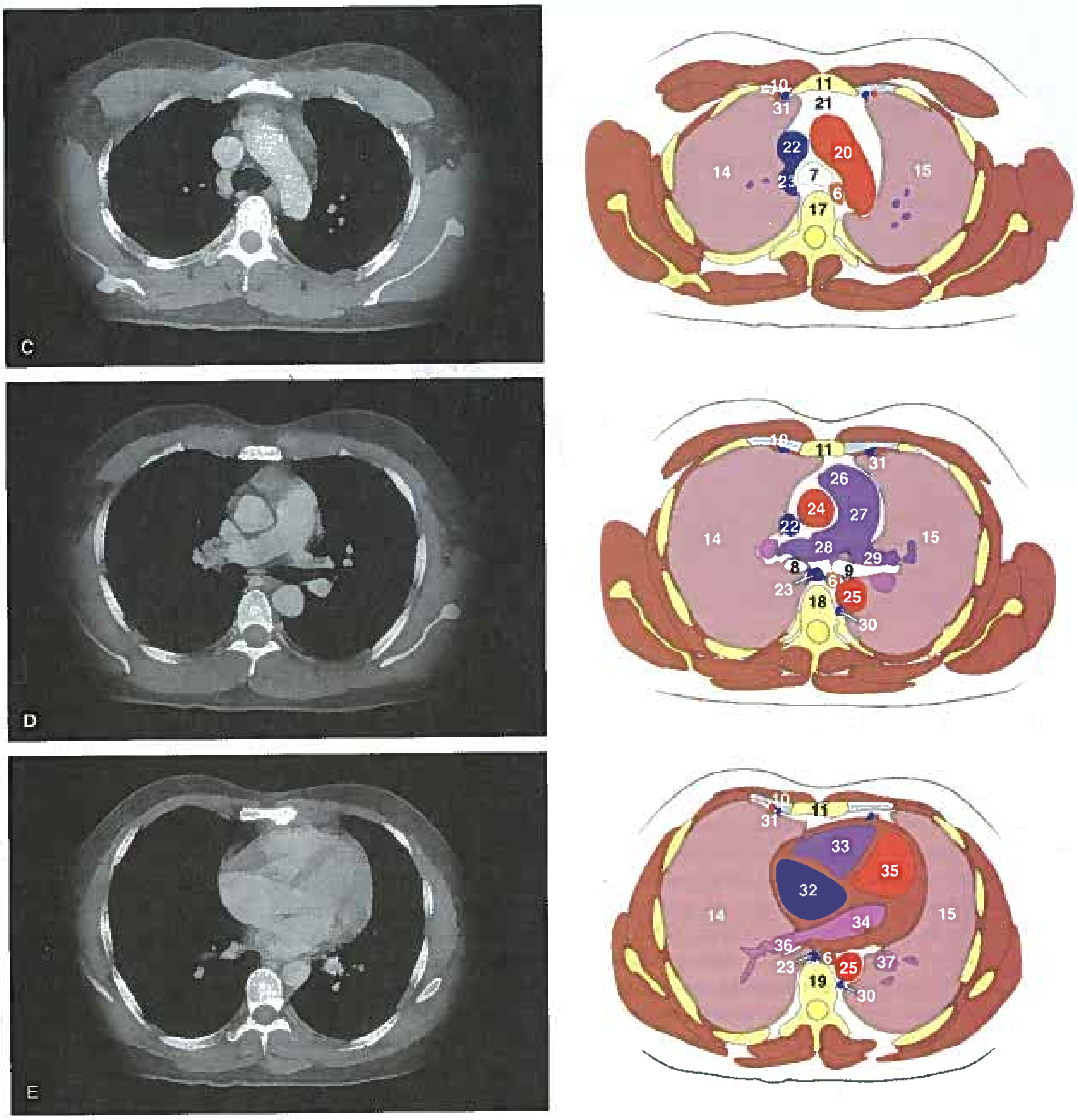


FIGURA C1-38. *(Continuación)* **C.** El arco de la aorta (20) está situado oblicuamente (más sagital que transversal), con el extremo ascendente anteriormente en la línea media y el extremo descendente posteriormente y a la izquierda de los cuerpos vertebrales (17). La VCS (22) recibe en el lado derecho el arco de la vena ácigos (23) desde su cara posterior. **D.** El tronco pulmonar (27) forma el tallo de una Y invertida, cuyos brazos están constituidos por las arterias pulmonares derecha (28) e izquierda (29). La arteria pulmonar derecha (28) pasa bajo el arco de la aorta (entre las aortas ascendente [24] y descendente [25]). **E.** Un corte a nivel del diámetro máximo del corazón muestra las cuatro cavidades (32-35) y la inclinación diagonal del tabique interventricular (entre 33 y 35).

Clave de las estructuras en las TC transversales del tórax

1 = Vena braquiocefálica derecha
2 = Vena braquiocefálica izquierda
3 = Arteria braquiocefálica
4 = Arteria carótida común izquierda
5 = Arteria subclavia izquierda
6 = Esófago
7 = Tráquea
8 = Bronquio principal derecho
9 = Bronquio principal izquierdo
10 = Cartílago costal
11 = Esternón
12 = Clavícula
13 = Vena axilar
14 = Pulmón derecho
15 = Pulmón izquierdo
16 = Cuerpo vertebral de T4
17 = Cuerpo vertebral de T5
18 = Cuerpo vertebral de T6
19 = Cuerpo vertebral de T8
20 = Arco de la aorta
21 = Mediastino anterior (región de los restos del timo)
22 = Vena cava superior
23 = Arco de la vena ácigos
24 = Aorta ascendente
25 = Aorta descendente
26 = Cono arterioso
27 = Tronco pulmonar
28 = Arteria pulmonar derecha
29 = Arteria pulmonar izquierda
30 = Vena hemiácigos
31 = Vasos torácicos internos
32 = Aurícula (atrio) derecha
33 = Ventrículo derecho
34 = Aurícula (atrio) izquierda
35 = Ventrículo izquierdo
36 = Vena pulmonar inferior derecha
37 = Vena pulmonar inferior izquierda

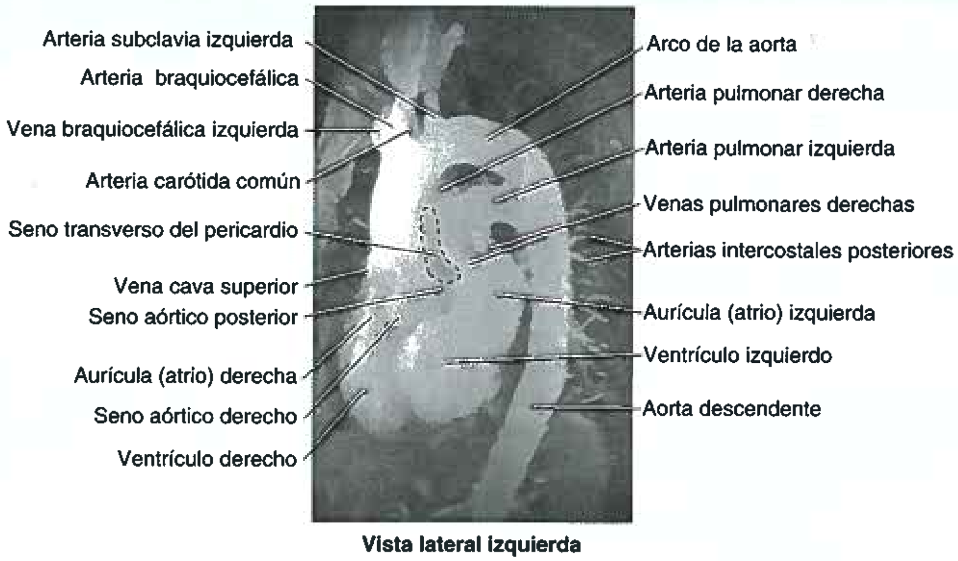

Arteria subclavia izquierda
Arteria braquiocefálica
Vena braquiocefálica izquierda
Arteria carótida común
Seno transverso del pericardio
Vena cava superior
Seno aórtico posterior
Aurícula (atrio) derecha
Seno aórtico derecho
Ventrículo derecho
Arco de la aorta
Arteria pulmonar derecha
Arteria pulmonar izquierda
Venas pulmonares derechas
Arterias intercostales posteriores
Aurícula (atrio) izquierda
Ventrículo izquierdo
Aorta descendente
Vista lateral izquierda

FIGURA C1-39. **Angio-RM del corazón y los grandes vasos.** Vista lateral (desde la izquierda y ligeramente anterior). Reconstruida a partir de datos generados y acumulados por una resonancia magnética espiral. Se ven claramente todas las cavidades del corazón y los grandes vasos.

Puntos fundamentales

MEDIASTINO SUPERIOR, POSTERIOR Y ANTERIOR; ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LAS VÍSCERAS TORÁCICAS

Mediastino superior. El mediastino superior se extiende entre la abertura torácica superior y el plano transverso del tórax. El único órgano que pertenece exclusivamente a esta región es el timo en el adulto. ♦ El resto de las estructuras del mediastino superior pasa a través de la abertura torácica superior hacia la raíz del cuello, o pasa entre el cuello y el abdomen. ♦ Dentro del mediastino superior, las estructuras se disponen en capas, que de anterior a posterior son: *1)* sistema linfoide (timo), *2)* sistema vascular sanguíneo (primero las venas, luego las arterias), *3)* sistema respiratorio (tráquea), *4)* tubo digestivo (esófago) y *5)* sistema vascular linfático. ♦ El sistema nervioso no tiene su propia capa en el mediastino superior, ya que está integrado en la capa 2 (nervios frénicos y vagos) o se sitúa entre las capas 3 y 4 (nervios laríngeos recurrentes). ♦ El patrón de ramificación del arco de la aorta es atípico en aproximadamente el 35% de las personas.

Mediastino posterior. El mediastino posterior es un lugar de paso estrecho situado posterior al corazón y al diafragma, entre los dos pulmones. Contiene estructuras que pasan desde el tórax al abdomen o viceversa. ♦ Su contenido incluye el esófago y el plexo nervioso esofágico, la aorta torácica, el conducto torácico y los troncos linfáticos, los nódulos linfáticos mediastínicos posteriores, y las venas ácigos y hemiácigos. ♦ Las ramas de la aorta torácica se sitúan fundamentalmente en tres planos vasculares. ♦ El sistema venoso ácigos/hemiácigos constituye un equivalente venoso de la aorta torácica y sus ramas mediastínicas posteriores. ♦ La porción torácica de los troncos simpáticos y los nervios esplácnicos torácicos pueden, o no, ser considerados componentes del mediastino posterior.

Mediastino anterior. Es la división más pequeña del mediastino, entre el esternón y los músculos transversos del tórax, cuya principal relevancia es ser un plano quirúrgico, constituido fundamentalmente por tejido conectivo laxo, y en los niños contiene la extensión inferior del timo.

Anatomía de superficie de las vísceras torácicas. El corazón y los grandes vasos se localizan en el centro del tórax, rodeados lateralmente y posteriormente por los pulmones, y están solapados anteriormente por las líneas de reflexión pleural y los bordes anteriores de los pulmones, el esternón y la parte central de la caja torácica. ♦ La posición de las vísceras mediastínicas depende de la posición relativa a la gravedad, de la fase respiratoria y de la constitución y la condición física de la persona. ♦ Las porciones apicales de las pleuras y los pulmones se sitúan posteriores a la fosa supraclavicular. ♦ El plano transverso del tórax se cruza con el ángulo del esternón y delimita los grandes vasos superiormente al pericardio/corazón. ♦ La articulación xifoesternal proporciona un indicador del centro tendinoso del diafragma.

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del USMLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO 2

Abdomen

VISIÓN GENERAL: PAREDES, CAVIDADES, REGIONES Y PLANOS / 183

PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN / 184

■ TABLA 2-1. Regiones (A), planos de referencia (B) y cuadrantes (C) del abdomen / 185

Fascia de la pared anterolateral del abdomen / 186

Músculos de la pared anterolateral del abdomen / 187

■ TABLA 2-2. Músculos de la pared anterolateral del abdomen / 188

Vascularización e inervación de la pared anterolateral del abdomen / 193

■ TABLA 2-3. Nervios de la pared anterolateral del abdomen / 194

■ TABLA 2-4. Arterias de la pared anterolateral del abdomen / 196

■ CUADRO AZUL: **Fascias y músculos de la pared anterolateral del abdomen.** Importancia clínica de las fascias y de los espacios fasciales de la pared abdominal. Protrusión del abdomen. Hernias abdominales. **Vascularización e inervación de la pared anterolateral del abdomen.** Palpación de la pared anterolateral del abdomen. Reflejos abdominales superficiales. Lesiones de los nervios de la pared anterolateral del abdomen. Incisiones quirúrgicas en el abdomen. Inversión del flujo venoso y vías colaterales de las venas abdominales superficiales / 197

Superficie interna de la pared anterolateral del abdomen / 201

Región inguinal / 202

■ TABLA 2-5. Límites del conducto inguinal / 204

Cordón espermático, escroto y testículos / 206

■ TABLA 2-6. Capas correspondientes de la pared anterior del abdomen, el escroto y el cordón espermático / 208

Anatomía de superficie de la pared anterolateral del abdomen / 210

■ CUADRO AZUL: **Cara interna de la pared anterolateral del abdomen y región inguinal.** Falta de descenso testicular (criptorquidia). Hernia supravesicular externa. Permeabilidad posnatal de la vena umbilical. Metástasis del cáncer de útero en los labios mayores. **Cordón espermático, escroto y testículo.** Hernias inguinales. Reflejo cremastérico. Quistes y hernias del conducto de Nuck. Hidrocele del cordón espermático, del testículo o de ambos. Hematocele testicular. Torsión del cordón espermático. Anestesia del escroto. Espermatocele y quiste epididimario. Vestigios de los conductos genitales embrionarios. Varicocele. Cáncer testicular y escrotal / 211

PERITONEO Y CAVIDAD PERITONEAL / 217

Embriología de la cavidad peritoneal / 218

Estructuras peritoneales / 219

Subdivisiones de la cavidad peritoneal / 221

■ CUADRO AZUL: **Peritoneo y cavidad peritoneal.** Permeabilidad y bloqueo de las trompas uterinas. Peritoneo y procedimientos quirúrgicos. Peritonitis y ascitis. Adherencias peritoneales y adhesiotomía. Paracentesis abdominal. Inyección intraperitoneal y diálisis peritoneal. Funciones del omento mayor. Formación de abscesos. Diseminación de líquidos patológicos. Flujo de líquido ascítico y pus. Líquido en la bolsa omental. Intestino en la bolsa omental. Corte de la arteria cística / 223

VÍSCERAS ABDOMINALES / 226

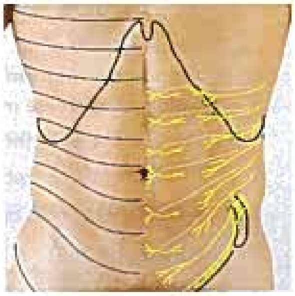
Visión general de las vísceras abdominales y el tubo digestivo / 226

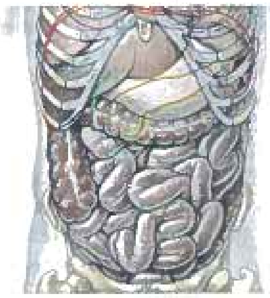
Esófago / 229

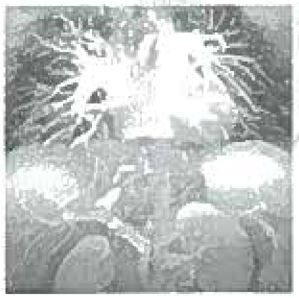
Estómago / 230

■ TABLA 2-7. Irrigación arterial de los derivados abdominales del intestino anterior: esófago, estómago, hígado, vesícula biliar, páncreas y bazo / 236

Intestino delgado / 239







■ TABLA 2-8. Relaciones del duodeno / 242

■ TABLA 2-9. Características que diferencian el yeyuno y el íleon en el individuo vivo / 244

Intestino grueso / 246

■ TABLA 2-10. Irrigación arterial del intestino / 250

■ CUADRO AZUL: **Esófago y estómago.** Varices esofágicas. Pirosis. Desplazamiento del estómago. Hernia de hiato. Espasmo pilórico. Estenosis hipertrófica congénita del píloro. Carcinoma gástrico. Gastrectomía y resección de nódulos linfáticos. Úlceras gástricas, úlceras pépticas, *Helicobacter pylori* y vagotomía. Dolor referido visceral. **Intestino delgado e intestino grueso.** Úlceras duodenales. Cambios evolutivos en el mesoduodeno. Hernias paraduodenales. Breve revisión de la rotación embrionaria del intestino medio. Desplazarse por el intestino delgado. Isquemia intestinal. Divertículo ileal. Situación del apéndice vermiforme. Apendicitis. Apendicectomía. Colon ascendente móvil. Colitis, colectomía, ileostomía y colostomía. Colonoscopia. Diverticulosis. Vólvulo del colon sigmoide / 254

Bazo / 263

Páncreas / 265

Hígado / 268

■ TABLA 2-11. Nomenclatura de los segmentos del hígado / 274

Conductos biliares y vesícula biliar / 277

■ CUADRO AZUL: **Bazo y páncreas.** Rotura esplénica. Esplenectomía y esplenomegalia. Bazo(s) accesorio(s). Biopsia esplénica con aguja y esplenoportografía. Bloqueo de la ampolla hepatopancreática y pancreatitis. Colangiopancreatografía retrógada endoscópica. Tejido pancreático accesorio. Pancreatectomía. Rotura del páncreas. Cáncer pancreático. **Hígado, vías biliares y vesícula biliar.** Palpación del hígado. Abscesos subfrénicos. Lobectomías y segmentectomías hepáticas. Rotura del hígado. Arterias hepáticas aberrantes. Variaciones en las relaciones de las arterias hepáticas. Hepatomegalia. Cirrosis hepática. Biopsia hepática. Vesícula biliar móvil. Variaciones de los conductos cístico y hepático. Conductos hepáticos accesorios. Litiasis biliar. Cálculos biliares en el duodeno. Colecistectomía. Hipertensión portal. Derivaciones portosistémicas / 281

Riñones, uréteres y glándulas suprarrenales / 290

■ CUADRO AZUL: **Riñones, uréteres y glándulas suprarrenales.** Palpación de los riñones. Absceso perinéfrico. Nefroptosis. Trasplante renal. Quistes renales. Dolor en la región pararrenal. Vasos renales accesorios. Síndrome de atrapamiento de la vena renal. Anomalías congénitas de los riñones y los uréteres. Cálculos renales y ureterales / 298

Resumen de la inervación de las vísceras abdominales / 301

■ TABLA 2-12. Inervación autónoma de las vísceras abdominales (nervios esplácnicos) / 303

DIAFRAGMA / 306

Vasos y nervios del diafragma / 307

■ TABLA 2-13. Vasos y nervios del diafragma / 308

Orificios del diafragma / 308

Acciones del diafragma / 309

PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN / 309

Fascia de la pared posterior del abdomen / 310

Músculos de la pared posterior del abdomen / 311

■ TABLA 2-14. Músculos de la pared posterior del abdomen / 312

Nervios de la pared posterior del abdomen / 312

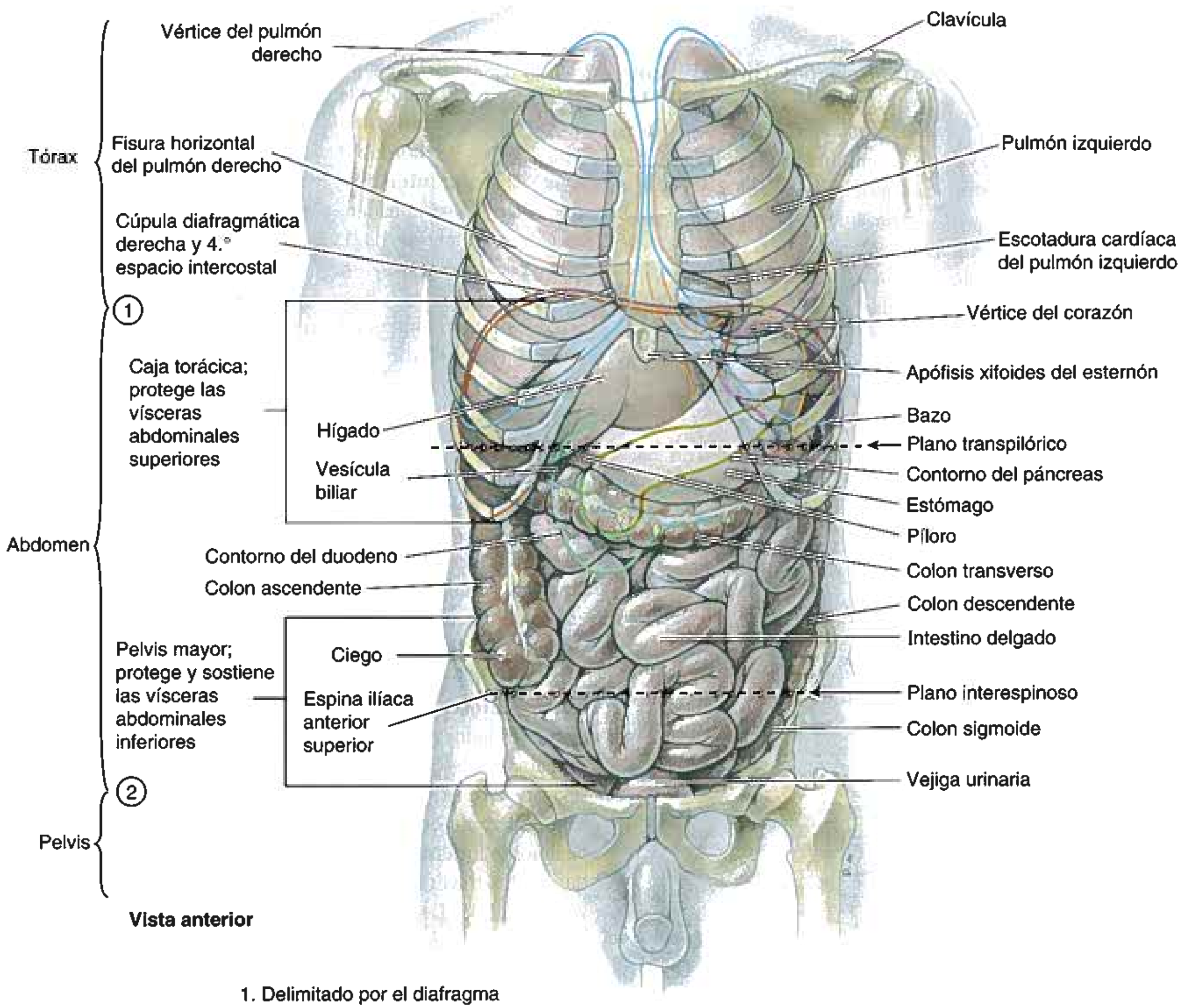
Vasos de la pared posterior del abdomen / 313

■ TABLA 2-15. Ramas de la aorta abdominal / 314

■ CUADRO AZUL: **Diafragma.** Hipo. Sección del nervio frénico. Dolor referido del diafragma. Rotura del diafragma y hernia de las vísceras. Hernia diafragmática congénita. **Pared posterior del abdomen.** Absceso del psoas. Dolor abdominal posterior. Simpatectomía lumbar parcial. Pulsaciones aórticas y aneurisma de la aorta abdominal. Vías colaterales de la sangre venosa abdominopélvica / 316

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DEL ABDOMEN / 321

El **abdomen** es la parte del tronco situada entre el tórax y la pelvis (fig. 2-1). Se trata de un receptáculo flexible y dinámico que alberga la mayoría de los órganos del sistema digestivo y parte del sistema urogenital. La contención de los órganos abdominales y su contenido se lleva a cabo mediante paredes musculoaponeuróticas anterolateralmente, el diafragma superiormente, y los músculos de la pelvis inferiormente. Las paredes musculoaponeuróticas anterolaterales están suspendidas y sostenidas por dos anillos óseos (el borde inferior del esqueleto torácico superiormente y la cintura pélvica inferiormente), unidos por la columna vertebral lumbar semirrígida en la pared posterior del abdomen. Al interponerse entre el tórax y la pelvis, más rígidos, esta dispo-


Vértice del pulmón derecho
Clavícula
Tórax
Fisura horizontal del pulmón derecho
Pulmón izquierdo
Cúpula diafragmática derecha y 4.° espacio intercostal
Escotadura cardíaca del pulmón izquierdo
①
Vértice del corazón
Caja torácica; protege las vísceras abdominales superiores
Apófisis xifoides del esternón
Hígado
Bazo
Plano transpilórico
Vesícula biliar
Contorno del páncreas
Estómago
Píloro
Abdomen
Contorno del duodeno
Colon transverso
Colon ascendente
Colon descendente
Intestino delgado
Pelvis mayor; protege y sostiene las vísceras abdominales inferiores
Ciego
Espina ilíaca anterior superior
Plano interespinoso
Colon sigmoide
Vejiga urinaria
②
Pelvis
Vista anterior

1. Delimitado por el diafragma
2. Delimitado por el plano de la abertura superior de la pelvis

FIGURA 2-1. Vista general de las vísceras torácicas y abdominales *in situ.*

sición permite que el abdomen envuelva y proteja su contenido a la vez que aporta la flexibilidad necesaria para la respiración, la postura y la locomoción.

La contracción muscular voluntaria o refleja del techo, las paredes anterolaterales y el suelo puede aumentar la presión interna (intraabdominal) para ayudar a expulsar contenidos de la cavidad abdominopélvica o de la cavidad torácica adyacente: aire de la cavidad torácica (pulmones y bronquios) y fluidos (p. ej., orina o vómito), gases, heces o fetos de la cavidad abdominopélvica.

VISIÓN GENERAL: PAREDES, CAVIDADES, REGIONES Y PLANOS

Las **paredes abdominales** musculoaponeuróticas (dinámicas y de varias capas) no sólo se contraen, para aumentar la presión intraabdominal, sino que también se distienden considerablemente para dar cabida a las expansiones provocadas por la ingestión, el embarazo, la acumulación de grasa o las enfermedades.

La *pared anterolateral del abdomen* y varios órganos situados en la *pared posterior* están recubiertos en sus caras internas por una membrana serosa o *peritoneo* (serosa) que *se refleja* (gira abruptamente y continúa) sobre las **vísceras abdominales** (del latín, partes blandas, órganos internos), como el estómago, el intestino, el hígado y el bazo. De este modo, se forma un saco o espacio virtual revestido (*cavidad peritoneal*) entre las paredes y las vísceras, que normalmente sólo contiene líquido extracelular (parietal) en cantidad suficiente para lubricar la membrana que cubre las superficies de las estructuras que forman u ocupan la cavidad abdominal. Las vísceras pueden moverse libremente durante la digestión, y las reflexiones bilaminares del peritoneo que pasan entre las paredes y las vísceras permiten el paso de los vasos sanguíneos, los linfáticos y los nervios. También pueden encontrarse cantidades variables de grasa entre las paredes y las vísceras y el peritoneo que las recubre.

La **cavidad abdominal**:

- Forma la parte superior y de mayor tamaño de la **cavidad abdominopélvica** (fig. 2-2), una cavidad continua que se extiende entre el *diafragma torácico* y *el diafragma pélvico*.
- Carece de suelo propio, ya que se continúa con la *cavidad pélvica*. El plano de la *abertura superior de la pelvis* (estrecho superior de la pelvis) separa arbitrariamente, aunque no físicamente, las cavidades abdominal y pélvica.
- Se extiende superiormente por la *caja torácica* osteocartilaginosa hasta el 4.º espacio intercostal (v. fig. 2-1). De este modo, los órganos abdominales de localización superior (bazo, hígado, parte de los riñones y estómago) están protegidos por la caja torácica. La *pelvis mayor* (porción ensanchada de la pelvis por encima del estrecho superior de la pelvis) sostiene y protege parcialmente las vísceras abdominales más bajas (parte del íleon, ciego y colon sigmoide).
- Es el lugar donde se encuentran la mayoría de los órganos digestivos, partes del sistema urogenital (los riñones y la mayor porción de los uréteres) y el bazo.

Para describir la localización de los órganos, zonas dolorosas o patologías abdominales, se divide la cavidad abdominal en nueve zonas (tabla 2-1A y B). Estas regiones están delimitadas por cuatro planos: dos planos sagitales (verticales) y dos transversales (horizontales). Los dos planos sagitales habituales son los **planos medioclaviculares,** que pasan desde el punto medio de las clavículas (aproximadamente a 9 cm de la línea media) hasta los **puntos medioinguinales,** los puntos medios de las líneas que unen la *espina ilíaca anterior superior* (EIAS) y el borde superior de *la sínfisis del pubis* a ambos lados.

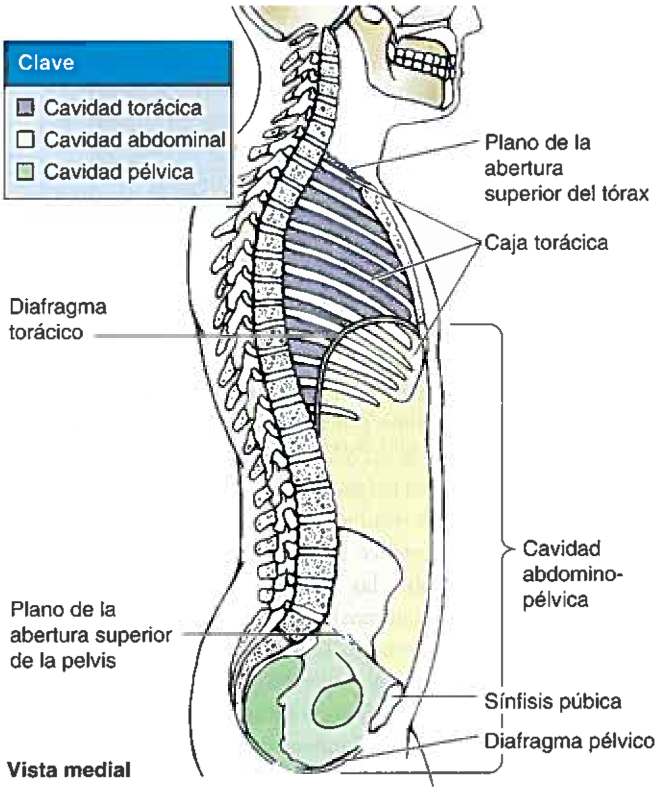


FIGURA 2-2. Cavidad abdominopélvica. Se ha seccionado el cuerpo por el plano medio, mostrando que las cavidades abdominal y pélvica son subdivisiones de la cavidad abdominopélvica continua.

Los planos transversales suelen ser el **plano subcostal**, que pasa a través del borde inferior del 10.º cartílago costal en cada lado, y el **plano intertubercular,** que pasa a través de los tubérculos ilíacos (aproximadamente a 5 cm por detrás de la EIAS de cada lado) y el cuerpo de la vértebra L5. Estos dos planos tienen la ventaja de cruzar estructuras palpables.

Algunos facultativos utilizan los planos transpilórico e interespinoso para definir nueve regiones. El **plano transpilórico,** extrapolado a medio camino entre los bordes superiores del manubrio esternal y la sínfisis púbica (típicamente, a nivel de L1), normalmente cruza el *píloro* (la porción distal, más tubular, del estómago) cuando el paciente está en decúbito (supino o prono) (v. fig. 2-1). Como las vísceras se abomban debido al efecto de la gravedad, el píloro suele encontrarse a un nivel más bajo cuando el sujeto está de pie en posición erecta. El plano transpilórico es un punto de referencia útil debido a que también cruza muchas otras importantes estructuras: el fondo de la vesícula biliar, el cuello del páncreas, los orígenes de la arteria mesentérica superior (AMS) y la vena porta hepática, la raíz del mesocolon transverso, la unión duodenoyeyunal y los hilios renales. El **plano interespinoso** pasa a través de las EIAS, fácilmente palpables, de ambos lados (tabla 2-1B).

Para una descripción clínica más general, la cavidad abdominal se divide en cuatro cuadrantes (superior derecho, inferior derecho, superior izquierdo e inferior izquierdo), definidos por dos planos fácilmente localizables: *1*) el **plano transumbilical,** transversal, que pasa a través del ombligo (y el disco intervertebral entre las vértebras L3 y L4), y *2*) el **plano medio,** que pasa longitudinalmente a través del cuerpo y lo divide en dos mitades, derecha e izquierda (tabla 2-1C).

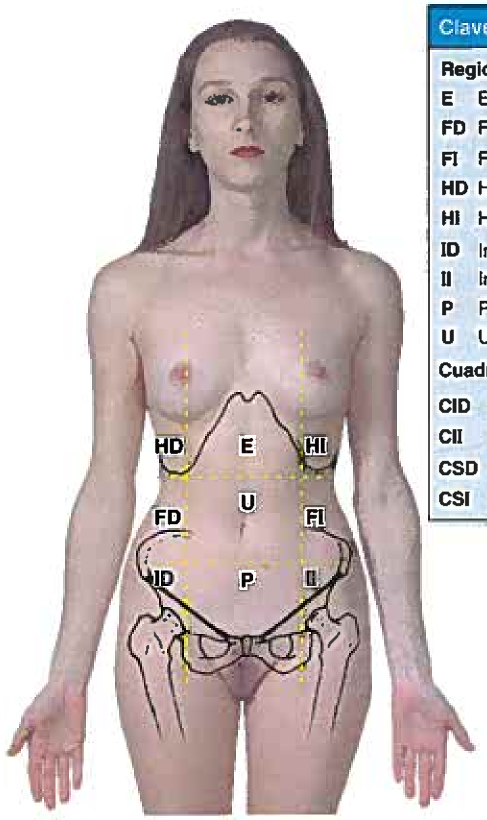
Es importante conocer qué órganos se encuentran en cada región o cuadrante abdominal, para saber dónde auscultarlos, percutirlos y palparlos (v. tabla 2-1), y para registrar la localización de los hallazgos durante la exploración física.

PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Aunque la pared del abdomen es continua, a efectos descriptivos se subdivide en *pared anterior*, *paredes laterales derecha e izquierda*, y *pared posterior* (fig. 2-3). Se trata de una pared musculoaponeurótica, excepto en su cara posterior, que incluye la porción lumbar de la columna vertebral. El límite entre las paredes laterales y anterior es indefinido. En consecuencia, a menudo se usa el término **pared anterolateral del abdomen.** Algunas estructuras, como los músculos y los nervios cutáneos, se encuentran tanto en la pared anterior como en las paredes laterales. La pared anterolateral del abdomen se extiende desde la caja torácica hasta la pelvis.

La pared anterolateral del abdomen está limitada superiormente por los cartílagos de las costillas 7.ª a 10.ª y la apófisis xifoides del esternón, e inferiormente por el ligamento inguinal y los bordes

TABLA 2-1. REGIONES (A), PLANOS DE REFERENCIA (B) Y CUADRANTES (C) DEL ABDOMEN


HD
E
HI
FD
U
FI
ID
P
II

(A) Regiones abdominales

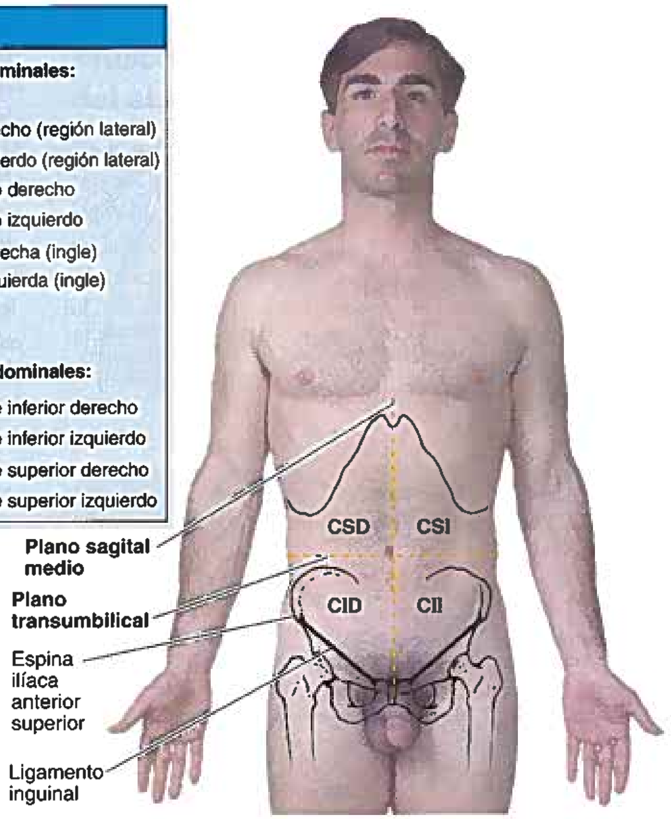
Clave

Regiones abdominales:

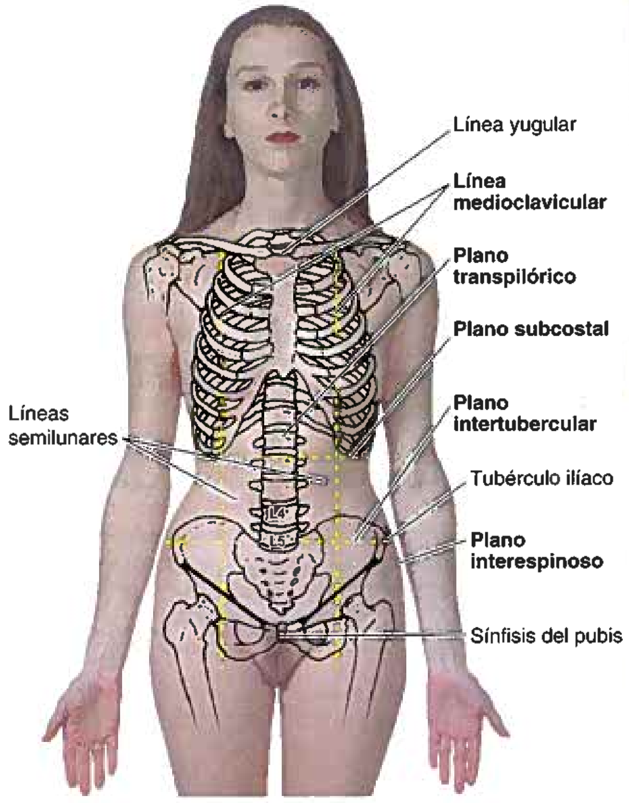
E Epigastrio
FD Flanco derecho (región lateral)
FI Flanco izquierdo (región lateral)
HD Hipocondrio derecho
HI Hipocondrio izquierdo
ID Inguinal derecha (ingle)
II Inguinal izquierda (ingle)
P Púbica
U Umbilical

Cuadrantes abdominales:

CID Cuadrante inferior derecho
CII Cuadrante inferior izquierdo
CSD Cuadrante superior derecho
CSI Cuadrante superior izquierdo


CSD
CSI
CID
CII
Plano sagital medio
Plano transumbilical
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal

(C) Cuadrantes abdominales


Línea yugular
Línea medioclavicular
Plano transpilórico
Plano subcostal
Plano intertubercular
Tubérculo ilíaco
Plano interespinoso
Sínfisis del pubis
Líneas semilunares
L4
L5

(B) Planos de referencia del abdomen

Cuadrante superior derecho (CSD)

Hígado: lóbulo derecho
Vesícula biliar
Estómago: píloro
Duodeno: porciones 1 a 3
Páncreas: cabeza
Glándula suprarrenal derecha
Riñón derecho
Flexura cólica derecha (hepática)
Colon ascendente: porción superior
Colon transverso: mitad derecha

Cuadrante superior izquierdo (CSI)

Hígado: lóbulo izquierdo
Bazo
Estómago
Yeyuno e íleon proximal
Páncreas: cuerpo y cola
Glándula suprarrenal izquierda
Riñón izquierdo
Flexura cólica izquierda (esplénica)
Colon transverso: mitad izquierda
Colon descendente: porción superior

Cuadrante inferior derecho (CID)

Ciego
Apéndice vermiforme
Mayoría del íleon
Colon ascendente: porción inferior
Ovario derecho
Trompa uterina derecha
Uréter derecho: porción abdominal
Cordón espermático derecho: porción abdominal
Útero (cuando se agranda)
Vejiga urinaria (cuando está muy llena)

Cuadrante inferior izquierdo (CII)

Colon sigmoide
Colon descendente: porción inferior
Ovario izquierdo
Trompa uterina izquierda
Uréter izquierdo: porción abdominal
Cordón espermático izquierdo: porción abdominal
Útero (cuando se agranda)
Vejiga urinaria (cuando está muy llena)

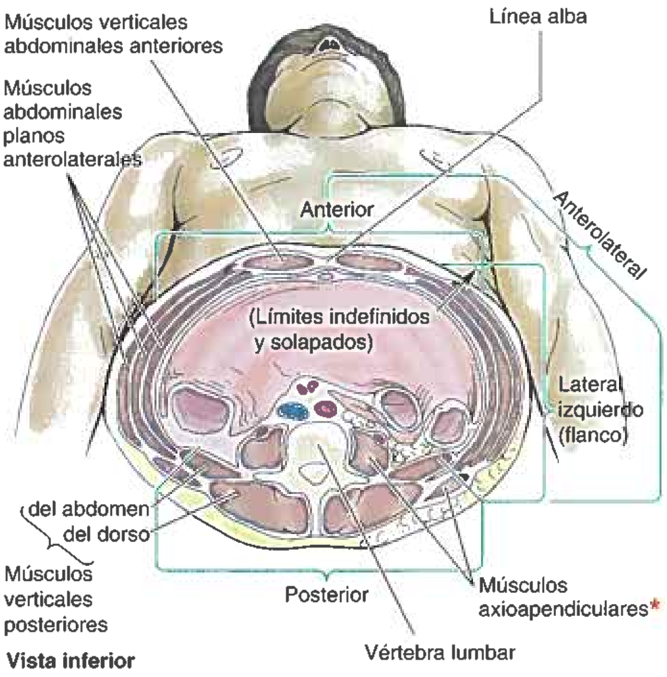

Músculos verticales abdominales anteriores
Línea alba
Músculos abdominales planos anterolaterales
Anterior
Anterolateral
(Límites indefinidos y solapados)
Lateral izquierdo (flanco)
del abdomen
del dorso
Músculos verticales posteriores
Posterior
Músculos axioapendiculares*
Vértebra lumbar
Vista inferior

FIGURA 2-3. Subdivisiones de la pared abdominal. Corte transversal del abdomen que muestra diversos aspectos de la pared y sus componentes. *Los músculos dorsal ancho, relativamente superficial, y psoas mayor, más profundo, son músculos axioapendiculares que se insertan distalmente en los miembros superior e inferior, respectivamente.

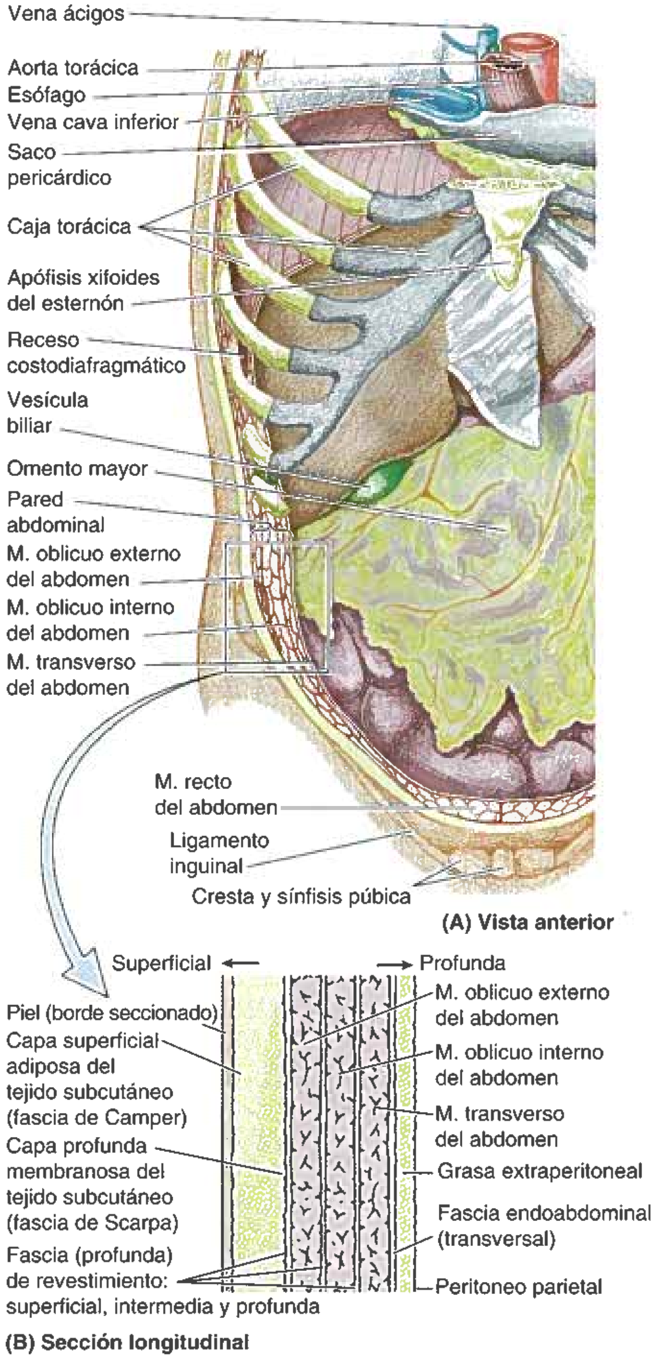

Vena ácigos
Aorta torácica
Esófago
Vena cava inferior
Saco pericárdico
Caja torácica
Apófisis xifoides del esternón
Receso costodiafragmático
Vesícula biliar
Omento mayor
Pared abdominal
M. oblicuo externo del abdomen
M. oblicuo interno del abdomen
M. transverso del abdomen
M. recto del abdomen
Ligamento inguinal
Cresta y sínfisis púbica
(A) Vista anterior
Superficial
Profunda
Piel (borde seccionado)
Capa superficial adiposa del tejido subcutáneo (fascia de Camper)
Capa profunda membranosa del tejido subcutáneo (fascia de Scarpa)
Fascia (profunda) de revestimiento: superficial, intermedia y profunda
M. oblicuo externo del abdomen
M. oblicuo interno del abdomen
M. transverso del abdomen
Grasa extraperitoneal
Fascia endoabdominal (transversal)
Peritoneo parietal
(B) Sección longitudinal

FIGURA 2-4. Contenido abdominal, en su posición natural, y capas de la pared anterolateral del abdomen. A. Se ha extirpado la pared anterior del abdomen y los tejidos blandos de la pared anterior del tórax. La mayor parte del intestino está cubierto, a modo de delantal, por el omento mayor, un repliegue del peritoneo que cuelga desde el estómago. **B.** Este corte muestra las capas de la pared anterolateral del abdomen, incluidos los músculos planos trilaminares.

superiores de las caras anterolaterales de la cintura pélvica (crestas ilíacas, crestas púbicas y sínfisis púbica) (fig. 2-4A).

La pared anterolateral del abdomen está formada por la piel, el tejido subcutáneo (fascia superficial) compuesto principalmente por grasa, los músculos y sus aponeurosis, la fascia profunda, la grasa extraperitoneal y el peritoneo parietal (fig. 2-4B). La piel se une laxamente al tejido subcutáneo, excepto en el ombligo, donde se adhiere con firmeza. La mayor parte de la pared anterolateral del abdomen incluye tres capas musculotendinosas; los haces de fibras de cada capa tienen direcciones distintas. Esta estructura trilaminar es parecida a la de los espacios intercostales del tórax.

Fascia de la pared anterolateral del abdomen

El tejido subcutáneo de la mayor parte de la pared incluye cantidades variables de grasa, y constituye uno de los principales lugares de depósito. Los varones son especialmente susceptibles a la acumulación subcutánea de grasa en la parte baja de la pared anterolateral del abdomen. En la *obesidad mórbida*, el panículo adiposo alcanza varios centímetros de grosor, y a menudo forma uno o más faldones.

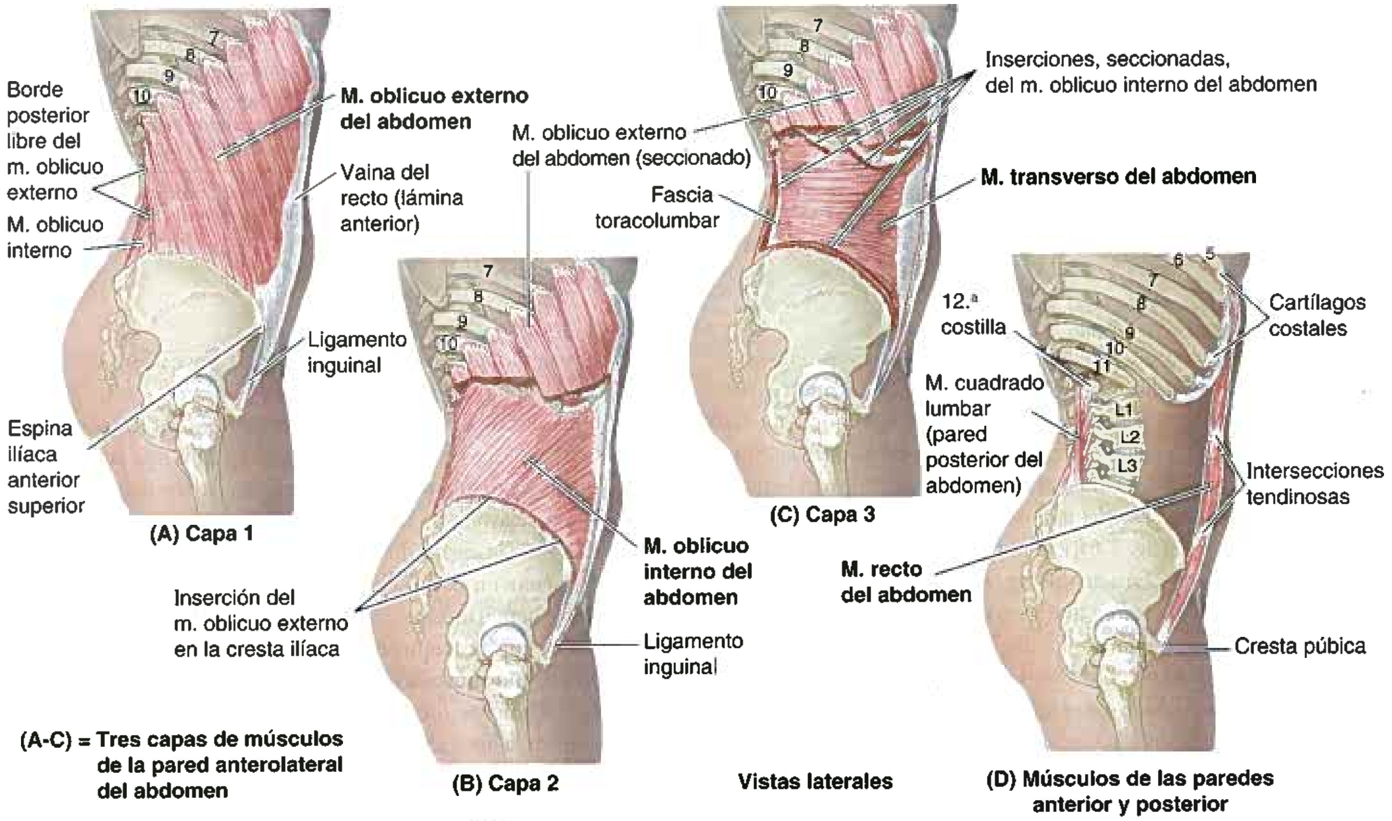
Por encima del ombligo, el tejido subcutáneo es concordante con el que se encuentra en la mayoría de las regiones. Inferior al ombligo, la parte más profunda del tejido subcutáneo está reforzada por numerosas fibras elásticas y de colágeno, de forma que el tejido subcutáneo está compuesto por dos capas: una **capa superficial adiposa** (fascia de Camper) y una **capa profunda membranosa** (fascia de Scarpa). La capa membranosa se continúa inferiormente en la región perineal como la fascia perineal superficial (fascia de Colles), pero no en los muslos.

Las capas superficial, intermedia y profunda de la **fascia de revestimiento** recubren las caras externas de las tres capas musculares de la pared anterolateral del abdomen y sus **aponeurosis** (tendones planos extendidos), de los que no puede despegarse fácilmente. Estas fascias de revestimiento son extremadamente delgadas y están constituidas principalmente por el epimisio (capa externa de tejido conectivo fibroso que envuelve a todos los músculos, v. Introducción) situado en la superficie de los músculos o entre ellos. La cara interna de la pared abdominal está revestida por láminas membranosas y areolares de grosor variable: la **fascia endoabdominal.** Aunque es continua, las diferentes partes de esta fascia se denominan en función del músculo o de la aponeurosis que recubren. La porción que recubre la superficie profunda del músculo transverso del abdomen y su aponeurosis es la **fascia transversal.** El revestimiento brillante de la cavidad abdominal, el *peritoneo parietal,* está formado por una sola capa de células epiteliales y tejido conectivo de sostén. El peritoneo parietal se localiza interno a la fascia transversal y está separado de ella por una cantidad variable de **grasa extraperitoneal.**

Músculos de la pared anterolateral del abdomen

En la pared anterolateral del abdomen hay cinco músculos, emparejados bilateralmente (fig. 2-3): tres músculos planos y dos músculos verticales. En la figura 2-5 se muestran sus inserciones, y en la tabla 2-2 se citan junto a su inervación y principales acciones.

Los tres *músculos planos* son el *oblicuo externo del abdomen*, el *oblicuo interno del abdomen* y el *transverso del abdomen*. Las fibras musculares de estas tres capas musculares concéntricas tienen orientaciones distintas, de modo que las fibras de las dos capas


7
8
9
10
Borde posterior libre del m. oblicuo externo
M. oblicuo interno
Espina ilíaca anterior superior
M. oblicuo externo del abdomen
Vaina del recto (lámina anterior)
Ligamento inguinal
M. oblicuo externo del abdomen (seccionado)
Fascia toracolumbar
Inserción del m. oblicuo externo en la cresta ilíaca
M. oblicuo interno del abdomen
Ligamento inguinal
Inserciones, seccionadas, del m. oblicuo interno del abdomen
M. transverso del abdomen
12.ª costilla
M. cuadrado lumbar (pared posterior del abdomen)
M. recto del abdomen
5
6
11
L1
L2
L3
Cartílagos costales
Intersecciones tendinosas
Cresta púbica

(A) Capa 1

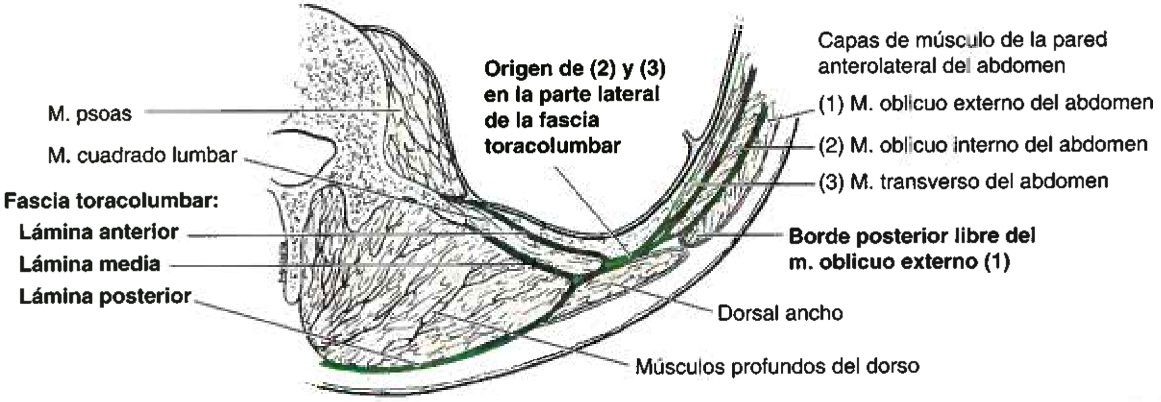
(B) Capa 2

(C) Capa 3

(A-C) = Tres capas de músculos de la pared anterolateral del abdomen

Vistas laterales

(D) Músculos de las paredes anterior y posterior


M. psoas
M. cuadrado lumbar
Fascia toracolumbar:
Lámina anterior
Lámina media
Lámina posterior
Origen de (2) y (3) en la parte lateral de la fascia toracolumbar
Capas de músculo de la pared anterolateral del abdomen
(1) M. oblicuo externo del abdomen
(2) M. oblicuo interno del abdomen
(3) M. transverso del abdomen
Borde posterior libre del m. oblicuo externo (1)
Dorsal ancho
Músculos profundos del dorso

(E) Vista inferior de una sección transversal de la pared posterolateral del abdomen

FIGURA 2-5. Músculos de la pared anterolateral del abdomen.

TABLA 2-2. MÚSCULOS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción principal[a]
Oblicuo externo del abdomen (A)	Caras externas de las costillas 5.ª-12.ª	Línea alba, tubérculo del pubis y mitad anterior de la cresta ilíaca	Nervios toracoabdominales (T7-11) y nervio subcostal	Comprimen y sostienen las vísceras abdominales[b]; flexionan y rotan el tronco
Oblicuo interno del abdomen (B)	Fascia toracolumbar, dos tercios anteriores de la cresta ilíaca y tejido conectivo profundo al lateral del ligamento inguinal	Bordes inferiores de las costillas 10.ª-12.ª, línea alba y pecten del pubis a través del tendón conjunto	Nervios toracoabdominales (ramos anteriores de los nervios espinales T6-12) y primeros nervios lumbares	
Transverso del abdomen (C)	Caras internas de los cartílagos costales 7.º-12.º, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tejido conectivo profundo al tercio lateral del ligamento inguinal	Línea alba con aponeurosis del oblicuo interno del abdomen, cresta del pubis y pecten del pubis a través del tendón conjunto		Comprime y sostiene las vísceras abdominales[b]
Recto del abdomen (D)	Sínfisis del pubis y cresta del pubis	Apófisis xifoides y cartílagos costales 5.º-7.º	Nervios toracoabdominales (ramos anteriores de los nervios espinales T6-12)	Flexiona el tronco (vértebras lumbares) y comprime las vísceras abdominales[b]; estabiliza y controla la inclinación de la pelvis (antilordosis)

[a] Aproximadamente, el 80 % de las personas tienen un insignificante *músculo piramidal*, que se encuentra en la vaina del músculo recto del abdomen, anterior a la parte más inferior del recto del abdomen. Se extiende desde la cresta del pubis hasta la línea alba. Este pequeño músculo tensa inferiormente la línea alba.

[b] Así, estos músculos actúan como antagonistas del diafragma para producir la espiración.

externas se disponen diagonalmente y perpendiculares entre sí en su mayor parte, y las fibras de la capa profunda discurren transversalmente. Los tres músculos planos terminan anterior y medialmente en fuertes aponeurosis laminares (fig. 2-6A). Entre las líneas medioclavicular (LMC) y media, las aponeurosis forman la fuerte *vaina del músculo recto del abdomen*, que envuelve al músculo recto del abdomen (fig. 2-6B). Allí, las aponeurosis se entrelazan con las del otro lado y forman un rafe (del griego *rhaphe*, sutura) en la línea media, la *línea alba*, que se extiende desde la apófisis xifoides hasta la sínfisis del pubis. La decusación y entrelazamiento de las fibras aponeuróticas no sólo tiene lugar entre los lados derecho e izquierdo sino también entre las capas superficial e intermedia, y entre las capas intermedia y profunda.

Los *dos músculos verticales* de la pared anterolateral del abdomen, envueltos por la vaina del recto, son el *recto del abdomen*, grande, y el *piramidal*, pequeño.

MÚSCULO OBLICUO EXTERNO DEL ABDOMEN

El **músculo oblicuo externo del abdomen** es el mayor y más superficial de los tres músculos planos abdominales anterolaterales (fig. 2-7). En la figura 2-5A se ilustran las inserciones del oblicuo externo, y en la tabla 2-2 se incluye junto a su inervación y sus acciones principales. A diferencia de las dos capas más profundas, el músculo oblicuo externo no se origina posteriormente desde la fascia toracolumbar; sus fibras más posteriores (la parte más gruesa del músculo) tienen un borde libre, donde se despliegan en abanico entre su origen costal y la cresta ilíaca (fig. 2-5D y E). La parte carnosa del músculo contribuye mayoritariamente a la parte lateral de la pared abdominal. Su aponeurosis contribuye a formar la parte anterior de la pared.

Aunque las fibras más posteriores que parten de la 12.ª costilla discurren casi verticales hasta la cresta ilíaca, las fibras más anteriores se abren en abanico, tomando una dirección cada vez más medial, de forma que la mayoría de las fibras musculares se orienta inferomedialmente —en la misma dirección que señalan los dedos cuando se meten las manos en los bolsillos laterales— y las fibras más anteriores y superiores tienen un curso casi horizontal. Las fibras musculares se vuelven aponeuróticas aproximadamente en la LMC medialmente y en la **línea espinoumbilical** (línea que va desde el ombligo hasta la EIAS) inferiormente, formando una lámina de fibras tendinosas que se decusan en la línea alba y que en su mayoría se continúan con las fibras tendinosas del oblicuo interno contralateral (v. fig. 2-6A). De este modo, los músculos oblicuo externo e interno contralaterales forman en conjunto un «músculo digástrico», un músculo con dos vientres que comparten un tendón central común y trabajan como una sola unidad (v. Introducción). Por ejemplo, el oblicuo externo derecho y el oblicuo interno izquierdo actúan juntos para flexionar y rotar el tronco de forma que el hombro derecho se orienta hacia la cadera izquierda (movimiento de torsión del tronco).

Inferiormente, la aponeurosis del oblicuo externo se inserta en la **cresta del pubis,** medialmente al **tubérculo del pubis.** El borde inferior de la aponeurosis del oblicuo externo está engrosado y forma una banda fibrosa que se curva inferiormente, cuyo borde libre posterior se extiende entre la EIAS y el tubérculo del pubis, el *ligamento inguinal* (ligamento de Poupart) (figs. 2-7B y 2-8).

Podemos palparnos el ligamento inguinal presionando profundamente en el centro del pliegue situado entre el muslo y el tronco,

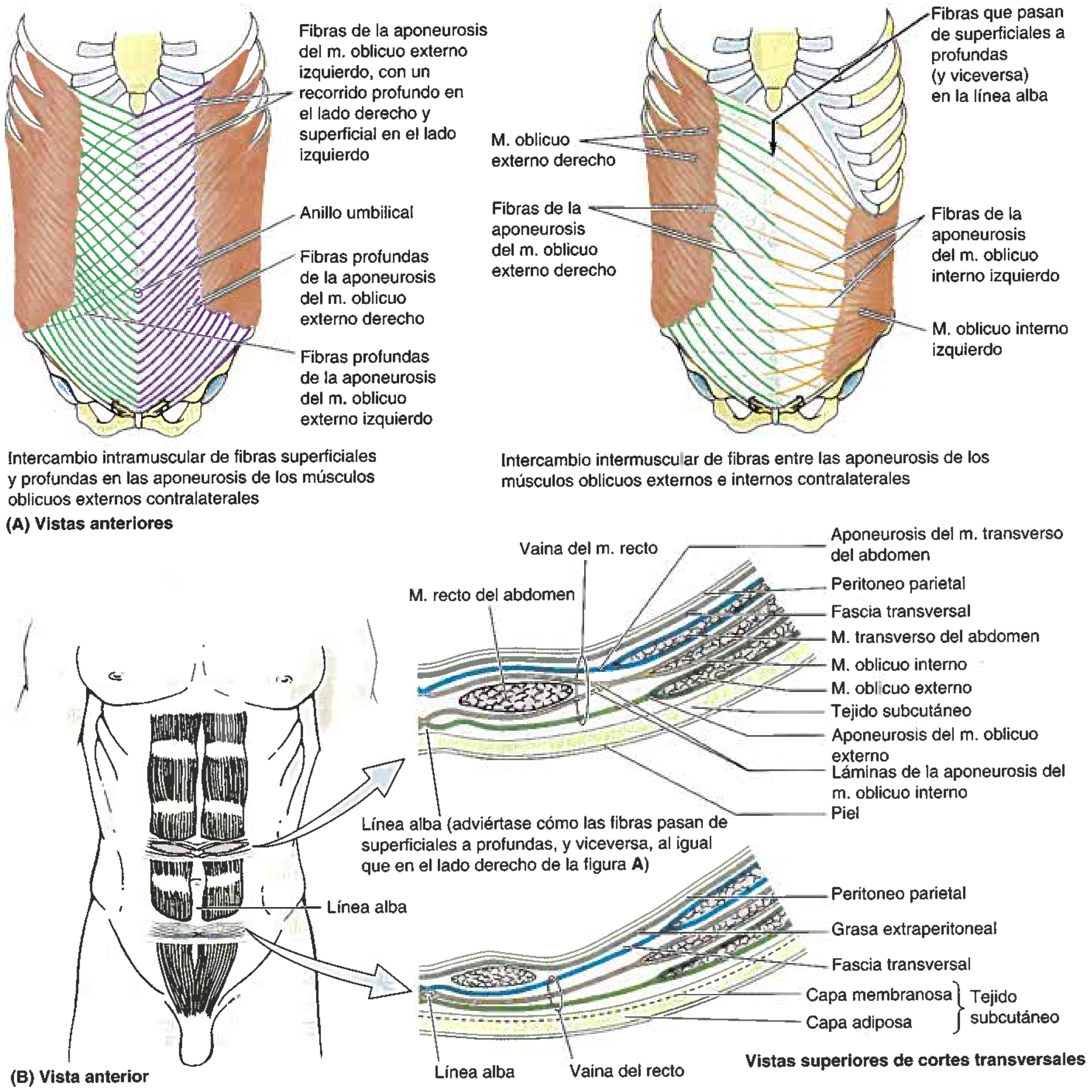
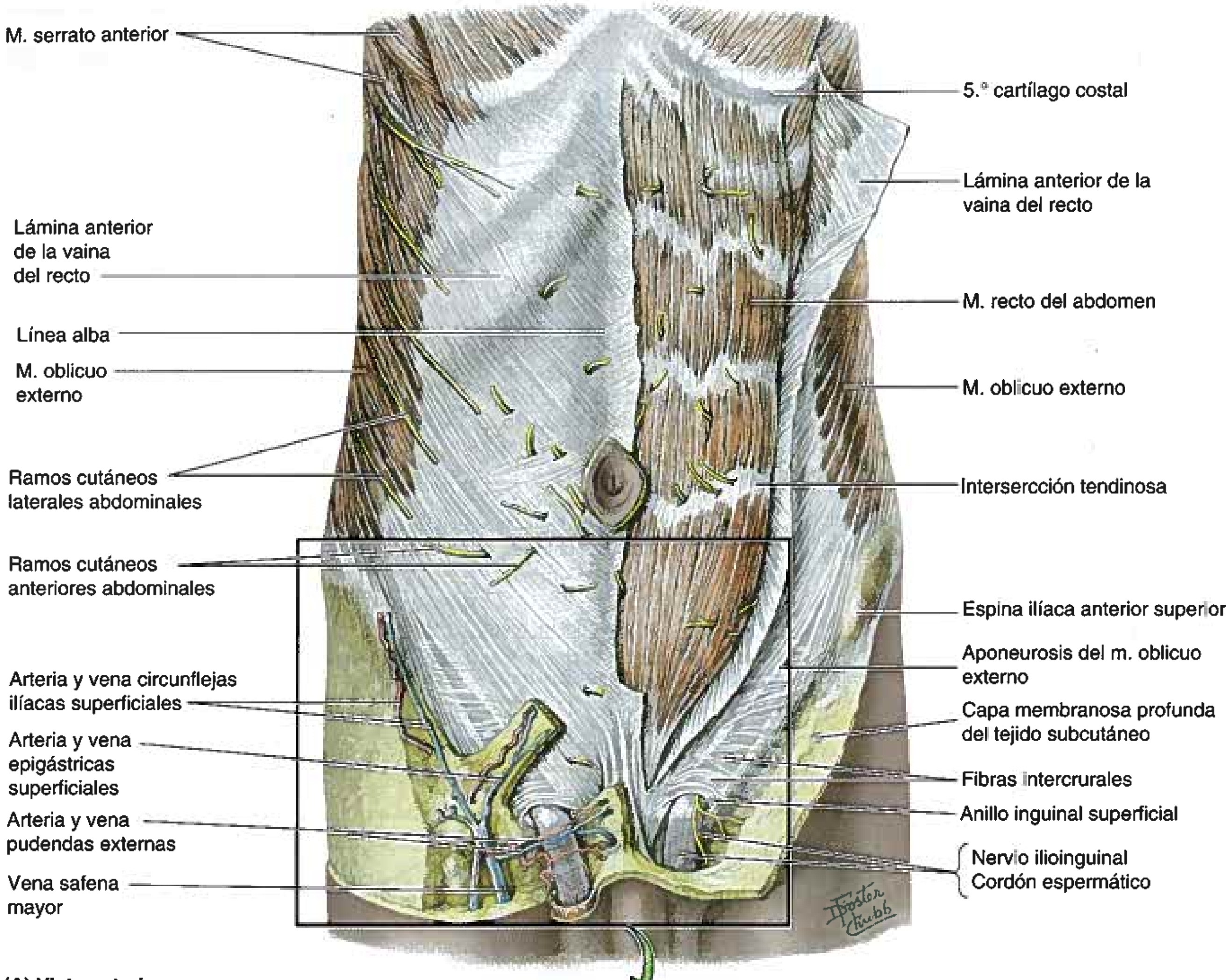

Fibras de la aponeurosis del m. oblicuo externo izquierdo, con un recorrido profundo en el lado derecho y superficial en el lado izquierdo
Anillo umbilical
Fibras profundas de la aponeurosis del m. oblicuo externo derecho
Fibras profundas de la aponeurosis del m. oblicuo externo izquierdo
Intercambio intramuscular de fibras superficiales y profundas en las aponeurosis de los músculos oblicuos externos contralaterales
(A) Vistas anteriores
M. oblicuo externo derecho
Fibras de la aponeurosis del m. oblicuo externo derecho
Fibras que pasan de superficiales a profundas (y viceversa) en la línea alba
Fibras de la aponeurosis del m. oblicuo interno izquierdo
M. oblicuo interno izquierdo
Intercambio intermuscular de fibras entre las aponeurosis de los músculos oblicuos externos e internos contralaterales
Vaina del m. recto
M. recto del abdomen
Aponeurosis del m. transverso del abdomen
Peritoneo parietal
Fascia transversal
M. transverso del abdomen
M. oblicuo interno
M. oblicuo externo
Tejido subcutáneo
Aponeurosis del m. oblicuo externo
Láminas de la aponeurosis del m. oblicuo interno
Piel
Línea alba (adviértase cómo las fibras pasan de superficiales a profundas, y viceversa, al igual que en el lado derecho de la figura A)
Línea alba
Peritoneo parietal
Grasa extraperitoneal
Fascia transversal
Capa membranosa
Capa adiposa
Tejido subcutáneo
Línea alba
Vaina del recto
Vistas superiores de cortes transversales
(B) Vista anterior

FIGURA 2-6. Estructura de la pared anterolateral del abdomen. A. Se muestran los intercambios de fibras intramusculares e intermusculares en el seno de las aponeurosis bilaminares de los músculos oblicuos externo e interno del abdomen. **B.** Cortes transversales de la pared por encima y por debajo del ombligo, que muestran la composición de la vaina del músculo recto del abdomen.

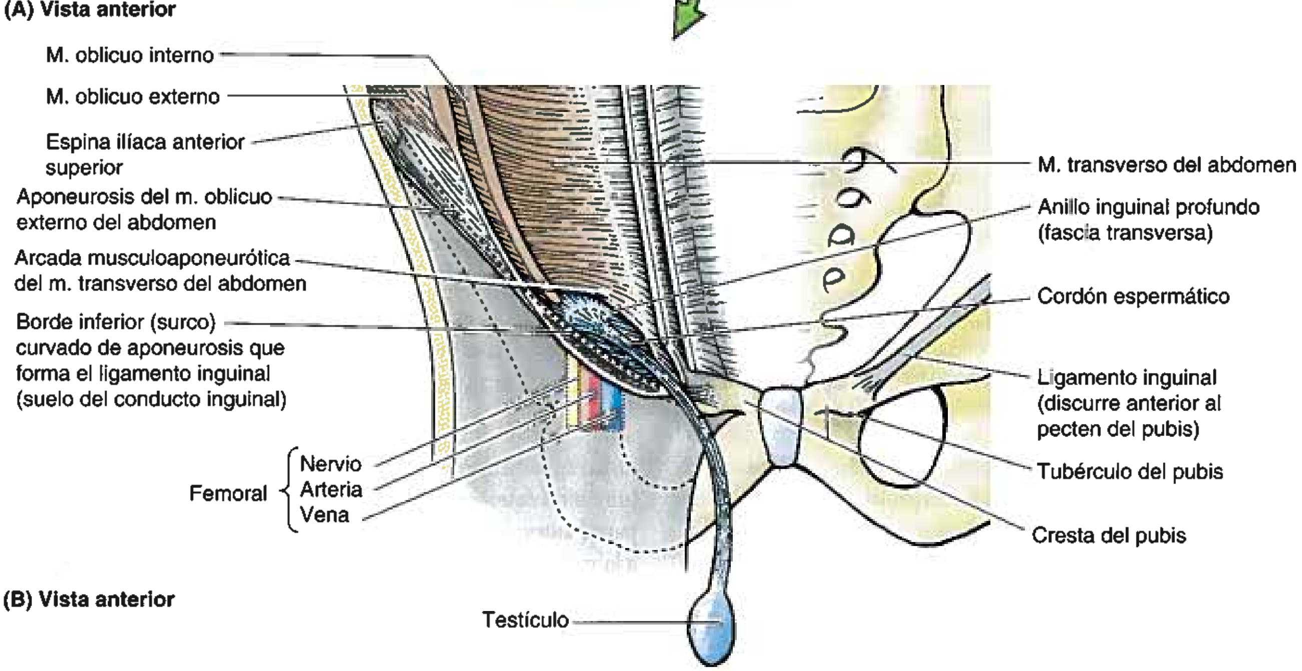
y moviendo las yemas de los dedos arriba y abajo. Inferiormente, el ligamento inguinal se continúa con la fascia profunda del muslo. Por lo tanto, el ligamento inguinal no es una estructura independiente, aunque —por su utilidad como punto de referencia— a menudo se representa de ese modo. Actúa como *retináculo* (banda de sostén) para las estructuras musculares y vasculonerviosas que discurren por debajo suyo y entran en el muslo. Las partes inferiores de los dos músculos abdominales anterolaterales profundos se relacionan en su origen con la porción lateral del ligamento inguinal. Las complejas modificaciones e inserciones del ligamento inguinal y de las porciones inferomediales de las aponeurosis de los músculos de la pared anterolateral del abdomen se tratarán detalladamente junto a la región inguinal (más adelante en este capítulo).

MÚSCULO OBLICUO INTERNO DEL ABDOMEN

El **oblicuo interno** del abdomen es el músculo plano abdominal intermedio y consiste en una delgada lámina muscular que se abre


M. serrato anterior
5.° cartílago costal
Lámina anterior de la vaina del recto
Lámina anterior de la vaina del recto
M. recto del abdomen
Línea alba
M. oblicuo externo
M. oblicuo externo
Ramos cutáneos laterales abdominales
Intersercción tendinosa
Ramos cutáneos anteriores abdominales
Espina ilíaca anterior superior
Aponeurosis del m. oblicuo externo
Arteria y vena circunflejas ilíacas superficiales
Capa membranosa profunda del tejido subcutáneo
Arteria y vena epigástricas superficiales
Fibras intercrurales
Anillo inguinal superficial
Arteria y vena pudendas externas
Nervio ilioinguinal
Cordón espermático
Vena safena mayor

(A) Vista anterior


M. oblicuo interno
M. oblicuo externo
Espina ilíaca anterior superior
M. transverso del abdomen
Aponeurosis del m. oblicuo externo del abdomen
Anillo inguinal profundo (fascia transversa)
Arcada musculoaponeurótica del m. transverso del abdomen
Cordón espermático
Borde inferior (surco) curvado de aponeurosis que forma el ligamento inguinal (suelo del conducto inguinal)
Ligamento inguinal (discurre anterior al pecten del pubis)
Femoral
Nervio
Arteria
Vena
Tubérculo del pubis
Cresta del pubis
Testículo

(B) Vista anterior

FIGURA 2-7. Pared anterolateral del abdomen. A. En esta disección superficial, la lámina anterior de la vaina del recto está reflejada en el lado izquierdo. Obsérvense los nervios cutáneos anteriores (T7-12) perforando el músculo recto del abdomen y la lámina anterior de la vaina del recto. **B.** Se muestran los tres músculos planos del abdomen y la formación del ligamento inguinal.

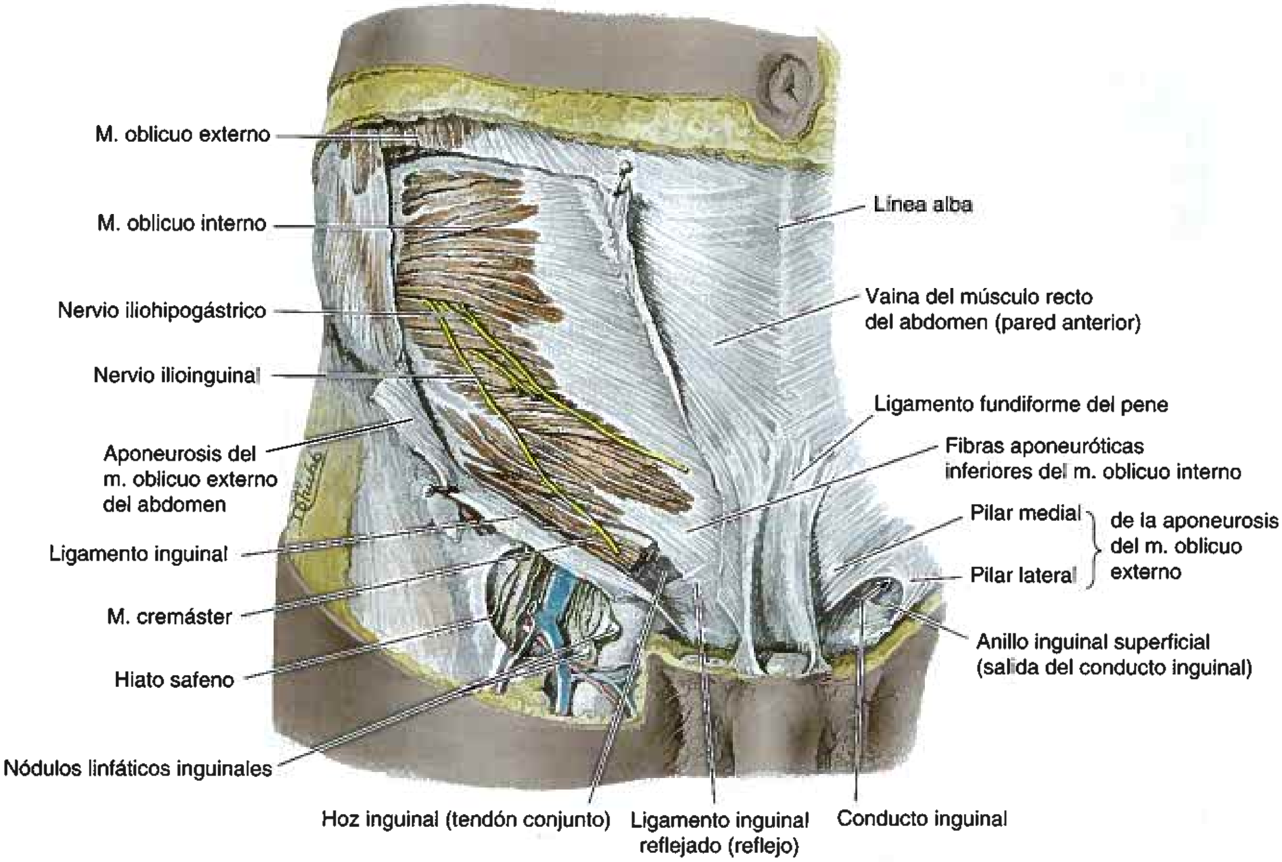

M. oblicuo externo
M. oblicuo interno
Nervio iliohipogástrico
Nervio ilioinguinal
Aponeurosis del m. oblicuo externo del abdomen
Ligamento inguinal
M. cremáster
Hiato safeno
Nódulos linfáticos inguinales
Hoz inguinal (tendón conjunto)
Ligamento inguinal reflejado (reflejo)
Conducto inguinal
Línea alba
Vaina del músculo recto del abdomen (pared anterior)
Ligamento fundiforme del pene
Fibras aponeuróticas inferiores del m. oblicuo interno
Pilar medial
Pilar lateral
de la aponeurosis del m. oblicuo externo
Anillo inguinal superficial (salida del conducto inguinal)

FIGURA 2-8. Pared inferior del abdomen y región inguinal de un varón. La aponeurosis del músculo oblicuo externo se ha seccionado parcialmente, y el cordón espermático se ha seccionado y extirpado del conducto inguinal.

anteromedialmente en abanico (figs. 2-5B, 2-8 y 2-9A). A excepción de sus fibras más inferiores, que surgen de la mitad lateral del ligamento inguinal, las fibras de su parte carnosa discurren perpendicularmente a las del oblicuo externo, discurriendo superomedialmente (como los dedos cuando se coloca la mano sobre el tórax). Sus fibras también se hacen aponeuróticas en la LMC y participan en la formación de la vaina del recto. Las inserciones del oblicuo interno se ilustran en la figura 2-5B, y en la tabla 2-2 se enumeran junto a su inervación y acciones principales.

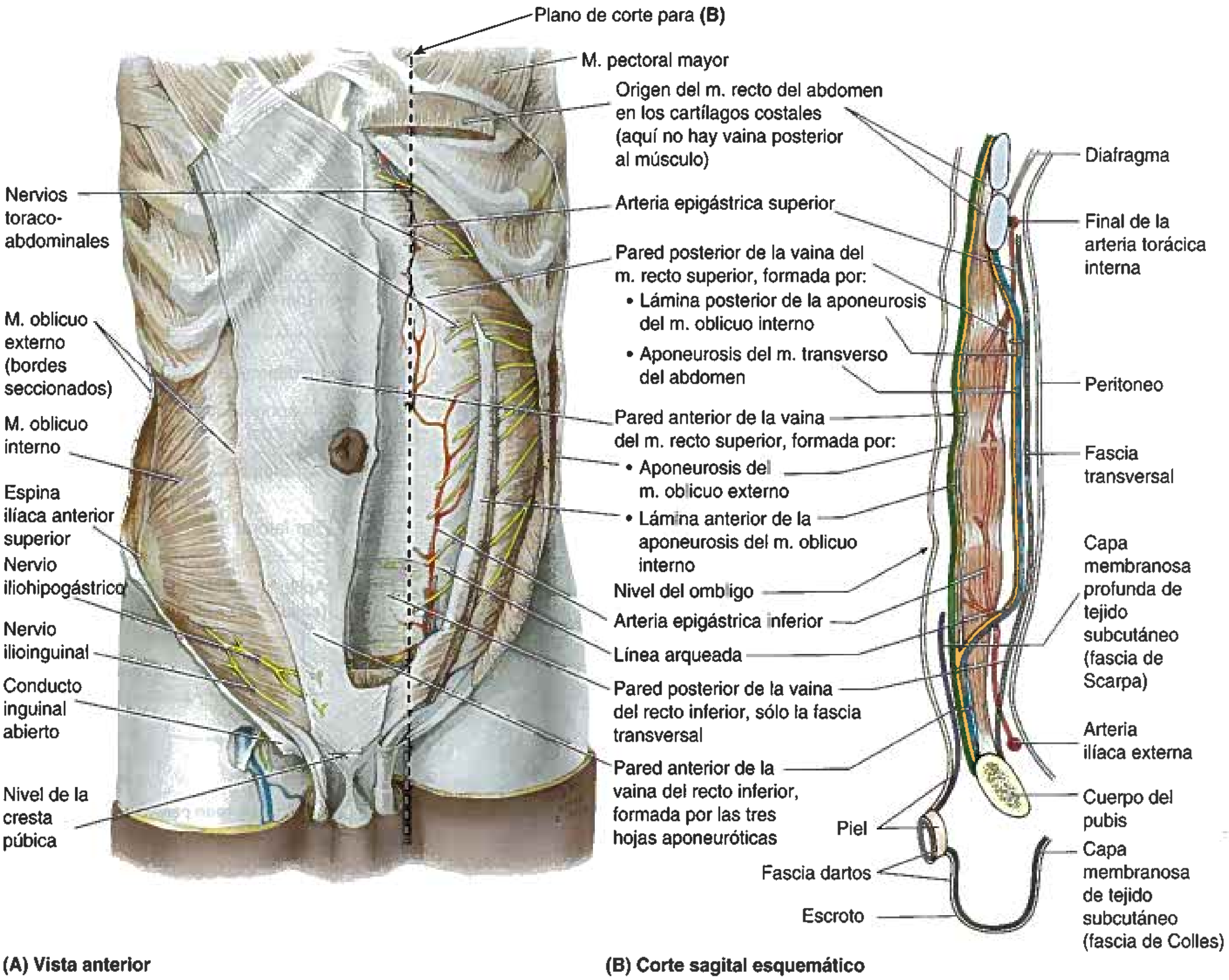
MÚSCULO TRANSVERSO DEL ABDOMEN

Las fibras del **transverso del abdomen,** el más interno de los tres músculos abdominales planos (v. figs. 2-5C y 2-7B), discurren más o menos horizontalmente, excepto las más inferiores, cuya dirección es paralela a las del oblicuo interno. Su orientación transversa, circunferencial, es ideal para comprimir el contenido abdominal, aumentando la presión intraabdominal. Las fibras del músculo transverso del abdomen también finalizan en una aponeurosis, que contribuye a formar la vaina del recto (fig. 2-9). En la figura 2-5C se muestran las inserciones del transverso del abdomen, y en la tabla 2-2 se enumeran junto a su inervación y sus acciones principales.

Entre los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen se encuentra un **plano vasculonervioso,** que se corresponde con un plano similar en los espacios intercostales. En ambas regiones, el plano se encuentra entre las capas musculares media y profunda (fig. 2-9A). El plano vasculonervioso de la pared anterolateral del abdomen contiene las arterias y los nervios para la pared anterolateral del abdomen. En la parte anterior de la pared abdominal, los vasos y nervios abandonan el plano vasculonervioso y se localizan principalmente en el tejido subcutáneo.

MÚSCULO RECTO DEL ABDOMEN

El **recto del abdomen**, un músculo acintado, largo y ancho, es el principal músculo vertical de la pared anterolateral del abdomen (figs. 2-5D, 2-6A y 2-6B). La figura 2-5D muestra las inserciones del recto del abdomen, y éstas se enumeran, junto a su inervación y principales acciones, en la tabla 2-2. Los dos músculos rectos, separados por la línea alba, se encuentran muy próximos en su parte inferior. El recto del abdomen es tres veces más ancho en su porción superior que en la inferior; es ancho y delgado cranealmente, y estrecho y grueso caudalmente. Está encerrado en su mayor parte en la vaina del músculo recto del abdomen. El recto del abdomen está fijado transversalmente por inserciones a la lámina anterior de la vaina del recto en tres o más **intersecciones tendinosas** (v. figs. 2-5D y 2-7A). Cuando el músculo se pone en tensión en personas musculosas, las áreas entre las intersecciones tendinosas sobresalen. Las intersecciones, señaladas por surcos de la piel


Plano de corte para (B)
M. pectoral mayor
Origen del m. recto del abdomen en los cartílagos costales (aquí no hay vaina posterior al músculo)
Nervios toraco-abdominales
Arteria epigástrica superior
Pared posterior de la vaina del m. recto superior, formada por:
• Lámina posterior de la aponeurosis del m. oblicuo interno
• Aponeurosis del m. transverso del abdomen
M. oblicuo externo (bordes seccionados)
Pared anterior de la vaina del m. recto superior, formada por:
• Aponeurosis del m. oblicuo externo
• Lámina anterior de la aponeurosis del m. oblicuo interno
M. oblicuo interno
Espina ilíaca anterior superior
Nervio iliohipogástrico
Nivel del ombligo
Arteria epigástrica inferior
Nervio ilioinguinal
Línea arqueada
Conducto inguinal abierto
Pared posterior de la vaina del recto inferior, sólo la fascia transversal
Pared anterior de la vaina del recto inferior, formada por las tres hojas aponeuróticas
Nivel de la cresta púbica
Piel
Fascia dartos
Escroto
Diafragma
Final de la arteria torácica interna
Peritoneo
Fascia transversal
Capa membranosa profunda de tejido subcutáneo (fascia de Scarpa)
Arteria ilíaca externa
Cuerpo del pubis
Capa membranosa de tejido subcutáneo (fascia de Colles)

(A) Vista anterior

(B) Corte sagital esquemático

FIGURA 2-9. Formación de la vaina del recto y estructuras vasculonerviosas de la pared anterolateral del abdomen. A. En esta disección profunda se ha extirpado la porción carnosa del músculo oblicuo externo en el lado derecho, pero se han dejado intactas su aponeurosis y la pared anterior de la vaina del músculo recto del abdomen. En el lado izquierdo se han extraído la pared anterior de la vaina y el músculo recto del abdomen para que pueda apreciarse la pared posterior de la vaina. La porción carnosa del músculo oblicuo interno se ha seccionado longitudinalmente, lateral a la vaina del músculo recto izquierdo; los bordes del corte se han retraído al objeto de mostrar los nervios toracoabdominales que discurren por el plano vasculonervioso entre los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen. **B.** Corte sagital a través de la vaina del músculo recto de la pared anterior del abdomen.

entre las protuberancias, se encuentran generalmente a nivel de la apófisis xifoides del esternón, del ombligo, y a medio camino entre estas dos estructuras.

PIRAMIDAL

El **piramidal** es un músculo triangular pequeño e insignificante que está ausente en un 20 % de las personas. Se sitúa anterior a la porción inferior del recto del abdomen y se inserta en la cara anterior del pubis y en el ligamento anterior del pubis. Termina en la línea alba, especialmente engrosada en una distancia variable por encima de la sínfisis del pubis. El piramidal tensa la línea alba. Cuando el músculo está presente, los cirujanos utilizan la inserción del piramidal en la línea alba como punto de referencia para la incisión abdominal mediana (Skandalakis *et al.*, 1995).

VAINA DEL RECTO, LÍNEA ALBA Y OMBLIGO

La **vaina del recto** (v. figs. 2-7 a 2-9) es el compartimiento fibroso, fuerte e incompleto, de los músculos recto del abdomen y piramidal. En la vaina del recto también se encuentran las arterias y venas epigástricas superior e inferior, vasos linfáticos y las porciones distales de los nervios toracoabdominales (porciones abdominales de los ramos anteriores de los nervios espinales T7-12).

La vaina del músculo recto del abdomen está formada por las aponeurosis entrelazadas y decusadas de los músculos planos del abdomen (fig. 2-6B). La aponeurosis del oblicuo externo contribuye a la pared anterior de la vaina en toda su longitud. Los dos tercios superiores de la aponeurosis del oblicuo interno se dividen en dos hojas (láminas) en el borde lateral del recto del abdomen;

una lámina pasa por delante del músculo y la otra por detrás. La hoja anterior se une a la aponeurosis del oblicuo externo, formando la lámina anterior de la vaina del recto. La hoja posterior se une a la aponeurosis del transverso abdominal, formando la lámina posterior de la vaina del recto.

Desde aproximadamente un tercio de la distancia entre el ombligo y la cresta del pubis, las aponeurosis de los tres músculos planos pasan anteriores al recto del abdomen para formar la lámina anterior de la vaina del músculo recto del abdomen, y sólo la fascia transversal, relativamente delgada, cubre posteriormente el recto del abdomen. Una **línea arqueada** (fig. 2-9) marca la transición entre la pared aponeurótica posterior de la vaina, que cubre los tres cuartos superiores del recto del abdomen, y la fascia transversal que cubre el cuarto inferior. En toda la longitud de la vaina, las fibras de sus hojas anterior y posterior se entrelazan en la línea media anterior para formar la compleja línea alba.

La hoja posterior de la vaina del músculo recto también está ausente por encima del arco costal debido a que el transverso del abdomen se continúa superiormente como músculo transverso del tórax, que se sitúa internamente respecto a los cartílagos costales (v. fig. 1-14, p. 89), y a que el recto del abdomen se fija al arco costal. Por tanto, por encima del arco costal el recto del abdomen descansa directamente sobre la pared torácica (fig. 2-9B).

La **línea alba,** que recorre verticalmente toda la longitud de la pared anterior del abdomen y separa las vainas bilaterales de los rectos (fig. 2-7A), se estrecha inferiormente al ombligo, adoptando la anchura de la sínfisis púbica, y se ensancha superiormente, con la anchura de la apófisis xifoides del esternón. A través de la línea alba pasan pequeños vasos y nervios para la piel. En las personas delgadas y musculosas, puede observarse un surco en la piel que recubre la línea alba. En su centro, subyacente al ombligo, la línea alba contiene el **anillo umbilical,** un defecto en la línea a través del cual pasaban los vasos umbilicales fetales entre el cordón umbilical y la placenta. Todas las capas de la pared anterolateral del abdomen se fusionan en el ombligo. Después del nacimiento se acumula grasa en el tejido subcutáneo, la piel que rodea al anillo umbilical va levantándose y el ombligo se deprime. Esto tiene lugar entre 7 y 14 días después del nacimiento, cuando «se cae» el cordón umbilical atrófico.

FUNCIONES Y ACCIONES DE LOS MÚSCULOS ANTEROLATERALES DEL ABDOMEN

Los músculos de la pared anterolateral del abdomen:

- Forman un soporte firme y dilatable para la pared anterolateral del abdomen.
- Sostienen las vísceras abdominales y las protegen contra la mayoría de las lesiones.
- Comprimen el contenido abdominal para mantener o aumentar la presión intraabdominal, oponiéndose al diafragma (el aumento de la presión intraabdominal facilita la expulsión).
- Mueven el tronco y ayudan a mantener la postura.

La acción conjunta de los músculos oblicuos y transversos de ambos lados forma una faja muscular que ejerce una presión firme sobre las vísceras abdominales. La participación del recto del abdomen en esta acción es escasa o nula. Al comprimir las vísceras abdominales y aumentar la presión intraabdominal, elevan el diafragma relajado para expulsar el aire durante la respiración, y de forma más forzada para la tos, el estornudo, sonarse la nariz, el eructo voluntario, el grito, etc. Cuando el diafragma se contrae durante la inspiración, la pared anterolateral del abdomen se expande a medida que se relajan sus músculos, a fin de dejar espacio a las vísceras, como el hígado, que se ven empujadas inferiormente. La acción combinada de los músculos anterolaterales también produce la fuerza necesaria para la defecación, la micción, el vómito y el parto. Al levantar pesos pesados se produce asimismo un aumento de la presión intraabdominal (y de la intratorácica), y en ocasiones la fuerza resultante provoca una hernia.

Los músculos anterolaterales del abdomen también intervienen en los movimientos del tronco a nivel de las vértebras lumbares y controlan la inclinación de la pelvis para mantener la postura en bipedestación (lordosis lumbar de reposo). Por ello, el fortalecimiento de la musculatura de la pared anterolateral del abdomen mejora la postura erecta y en sedestación. El músculo recto del abdomen es un potente flexor de las regiones torácica y, sobre todo, lumbar de la columna vertebral, acercando el arco costal anterior y la cresta del pubis. Los músculos abdominales oblicuos también colaboran a los movimientos del tronco, especialmente la flexión lateral y la rotación de la columna vertebral lumbar y torácica baja. Es probable que el transverso del abdomen no ejerza efectos apreciables sobre la columna vertebral (Standring, 2005).

Vascularización e inervación de la pared anterolateral del abdomen

DERMATOMAS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

El mapa de los dermatomas de la pared anterolateral del abdomen es prácticamente idéntico a la distribución de los nervios periféricos (fig. 2-10). Esto es así debido a que los ramos anteriores de los nervios espinales T7-12, que inervan la mayor parte de la pared abdominal, no participan en la formación de plexos. Se produce una excepción a nivel de L1, donde el ramo anterior de L1 se bifurca en dos nervios periféricos. Cada dermatoma empieza posteriormente sobre el agujero intervertebral por donde el nervio espinal abandona la columna vertebral y sigue la pendiente de las costillas rodeando el tronco. El dermatoma T10 incluye el ombligo, mientras que el dermatoma L1 incluye el pliegue inguinal.

NERVIOS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

La piel y los músculos de la pared anterolateral del abdomen están inervados principalmente por los nervios siguientes (figs. 2-9A y 2-10; tabla 2-3):

- **Nervios toracoabdominales**: son las porciones abdominales, distales, de los ramos anteriores de los seis nervios espinales torácicos inferiores (T7-11); son la prolongación de los nervios intercostales inferiores distalmente al arco costal.

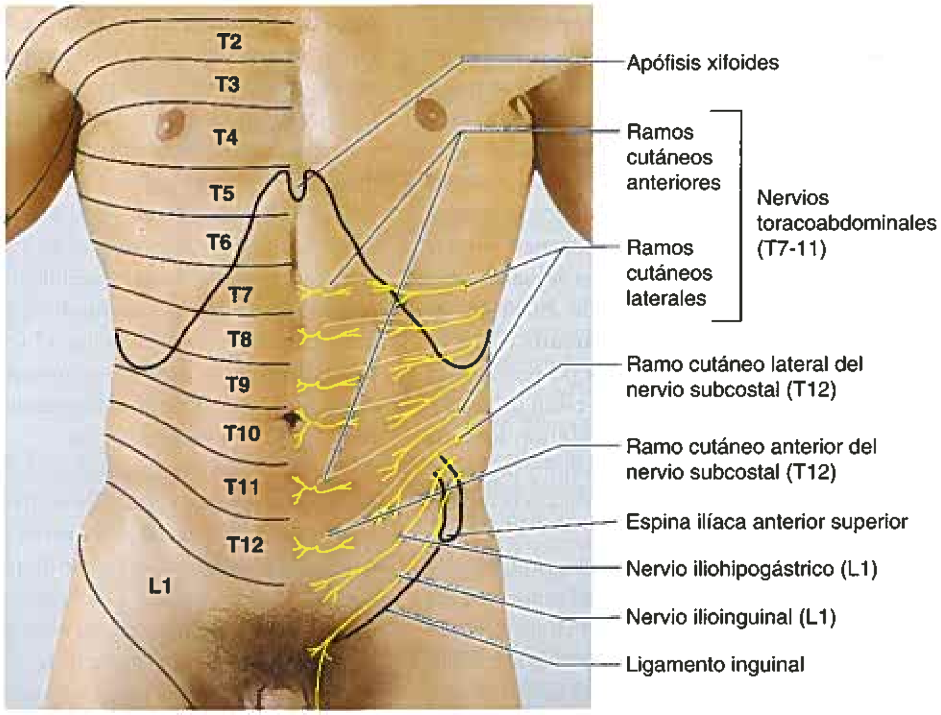

T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
Apófisis xifoides
Ramos cutáneos anteriores
Ramos cutáneos laterales
Nervios toracoabdominales (T7-11)
Ramo cutáneo lateral del nervio subcostal (T12)
Ramo cutáneo anterior del nervio subcostal (T12)
Espina ilíaca anterior superior
Nervio iliohipogástrico (L1)
Nervio ilioinguinal (L1)
Ligamento inguinal
Vista anterior

FIGURA 2-10. **Dermatomas y nervios de la pared anterolateral del abdomen.**

TABLA 2-3. NERVIOS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Toracoabdominal (T7-11)	Continuación de los nervios intercostales inferiores (7.°-11.°) distalmente al arco costal	Discurre entre la segunda y la tercera capa de los músculos abdominales; los ramos cutáneos entran en el tejido subcutáneo como ramos cutáneos laterales de T10-11 (en la línea axila anterior) y como ramos cutáneos anteriores de T7-11 (línea paraesternal)	Músculos de la pared anterolateral del abdomen y piel suprayacente
Ramos cutáneos laterales 7.°-9.°	Nervios intercostales 7.°-9.° (ramos anteriores de los nervios espinales T7-9)	Las divisiones anteriores discurren a través del arco costal en el tejido subcutáneo	Piel de los hipocondrios derecho e izquierdo
Subcostal (ramo anterior de T12)	Nervio espinal T12	Discurre a lo largo del borde inferior de la 12.ª costilla y luego por la pared abdominal infraumbilical entre la segunda y tercera capas de los músculos abdominales	Músculos de la pared anterolateral del abdomen (incluida la porción más inferior del oblicuo externo) y piel suprayacente superior a la cresta ilíaca e inferior al ombligo
Iliohipogástrico (L1)	Como ramo terminal superior del ramo anterior del nervio espinal L1	Atraviesa el músculo transverso del abdomen y discurre entre la segunda y la tercera capas de los músculos abdominales; los ramos perforan la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen de la pared abdominal más inferior	Piel situada sobre la cresta ilíaca, porción superior de la región inguinal y región hipogástrica; músculos oblicuo interno y transverso del abdomen
Ilioinguinal (L1)	Como ramo terminal inferior del ramo anterior del nervio espinal L1	Pasa entre la segunda y la tercera capas de los músculos abdominales, luego atraviesa el conducto inguinal	Piel de la región inguinal más inferior, porción anterior del escroto o labio mayor, monte del pubis y cara medial adyacente del muslo; parte más inferior del oblicuo interno y transverso del abdomen

- **Ramos cutáneos laterales (torácicos):** de los nervios espinales torácicos T7-9 o T10.
- **Nervio subcostal:** un ramo anterior grueso del nervio espinal T12.
- **Nervios iliohipogástrico** e **ilioinguinal:** ramos terminales del ramo anterior del nervio espinal L1.

Los *nervios toracoabdominales* pasan inferoanteriormente desde los espacios intercostales y recorren el espacio vasculonervioso entre los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen, para inervar la piel y los músculos abdominales. Los *ramos cutáneos laterales* emergen de la musculatura de la pared anterolateral del abdomen para entrar en el tejido subcutáneo a lo largo de la línea axilar anterior (con divisiones anteriores y posteriores), mientras que los ramos cutáneos abdominales anteriores atraviesan la vaina del músculo recto del abdomen para entrar en el tejido subcutáneo, a poca distancia del plano medio. *Los ramos cutáneos abdominales anteriores de los nervios toracoabdominales* (fig. 2-10; tabla 2-3):

- *T7-9* inervan la piel supraumbilical.
- *T10* inerva la piel periumbilical.
- *T11*, además de los ramos cutáneos de los nervios subcostal (T12), iliohipogástrico e ilioinguinal (L1), inervan la piel infraumbilical.

Durante su recorrido a través de la pared anterolateral del abdomen, los nervios toracoabdominales, subcostal e iliohipogástrico se comunican entre sí.

VASOS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

La piel y el tejido subcutáneo de la pared abdominal están irrigados por un intrincado plexo venoso subcutáneo que drena superiormente en la vena torácica interna en la zona medial y en la vena torácica lateral en la zona lateral, e inferiormente en las venas epigástricas superficial e inferior, tributarias, respectivamente, de las venas femoral e ilíaca externa (fig. 2-11). Las venas cutáneas que rodean el ombligo se anastomosan con las **venas paraumbilicales,** pequeñas tributarias de la *vena porta hepática* que corren paralelas a la **vena umbilical obliterada** (ligamento redondo del hígado). Entre la *vena epigástrica superficial* (una tributaria de la vena femoral) y la *vena torácica lateral* (una tributaria de la vena axilar) puede existir —o aparecer como resultado de un flujo venoso alterado— un conducto anastomótico superficial lateral, relativamente directo: la **vena toracoepigástrica.** Las venas más profundas de la pared anterolateral del abdomen acompañan a las arterias, con las que comparten nombre. Puede estar presente, o desarrollarse, una anastomosis venosa medial, más profunda, entre la *vena epigástrica inferior* (una tributaria de la vena ilíaca externa) y las *venas epigástrica superior/torácica interna* (tributarias de la vena subclavia). Las anastomosis superficiales y profundas pueden permitir la circulación colateral durante el bloqueo de alguna de las venas cavas.

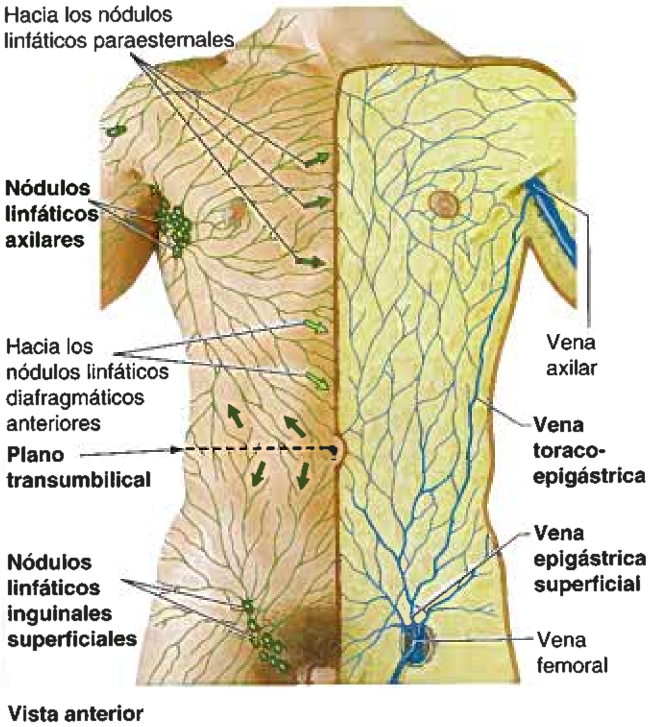

Hacia los nódulos linfáticos paraesternales
Nódulos linfáticos axilares
Hacia los nódulos linfáticos diafragmáticos anteriores
Plano transumbilical
Nódulos linfáticos inguinales superficiales
Vista anterior
Vena axilar
Vena toraco-epigástrica
Vena epigástrica superficial
Vena femoral

FIGURA 2-11. Linfáticos y venas superficiales de la pared anterolateral del abdomen.

Los principales vasos sanguíneos (arterias y venas) de la pared anterolateral del abdomen son:

- Los *vasos epigástricos superiores* y las ramas de los *vasos musculofrénicos,* de los vasos torácicos internos.
- Los *vasos epigástricos inferiores* y los *vasos circunflejos ilíacos profundos,* de los vasos ilíacos externos.
- Los *vasos circunflejos ilíacos superficiales* y los *vasos epigástricos superficiales,* de la arteria femoral y la vena safena mayor, respectivamente.
- Los *vasos intercostales posteriores,* del 11.° espacio intercostal y las ramas anteriores de los *vasos subcostales.*

La irrigación arterial de la pared anterolateral del abdomen se ilustra en la figura 2-12 y se resume en la tabla 2-4. La distribución de los vasos sanguíneos abdominales profundos refleja la disposición de los músculos: los vasos de la pared anterolateral del abdomen siguen un patrón oblicuo circunferencial (similar al de los vasos intercostales; fig. 2-11), mientras que los vasos de la pared abdominal anterior central presentan una orientación más vertical.

La **arteria epigástrica superior,** continuación directa de la *arteria torácica interna,* entra en la vaina del músculo recto del abdomen superiormente, a través de su lámina posterior; irriga la parte superior del recto del abdomen y se anastomosa con la arteria epigástrica inferior, aproximadamente en la región umbilical (v. fig. 2-9; tabla 2-4).

La **arteria epigástrica inferior** se origina en la *arteria ilíaca externa* justo superior al ligamento inguinal. Discurre superiormente por la fascia transversal para entrar en la vaina del músculo recto del abdomen inferior a la línea arqueada. Entra en la porción inferior del recto del abdomen y se anastomosa con la arteria epigástrica superior (fig. 2-9).

El *drenaje linfático* de la pared anterolateral del abdomen sigue los patrones siguientes (fig. 2-11):

- Los *vasos linfáticos superficiales* acompañan a las venas subcutáneas; los que se encuentran por encima del plano transumbilical drenan principalmente en los **nódulos linfáticos axilares,** aunque unos pocos drenan en los **nódulos linfáticos paraesternales.** Los vasos linfáticos superficiales situados por debajo del plano transumbilical drenan en los **nódulos linfáticos inguinales superficiales.**
- Los *vasos linfáticos profundos* acompañan a las venas profundas de la pared abdominal y drenan en los *nódulos linfáticos ilíacos externos, ilíacos comunes* y *lumbares derechos* e *izquierdos* (*de la cava* y *aórticos*).

En el capítulo Introducción puede encontrarse una visión general del drenaje linfático superficial y profundo.

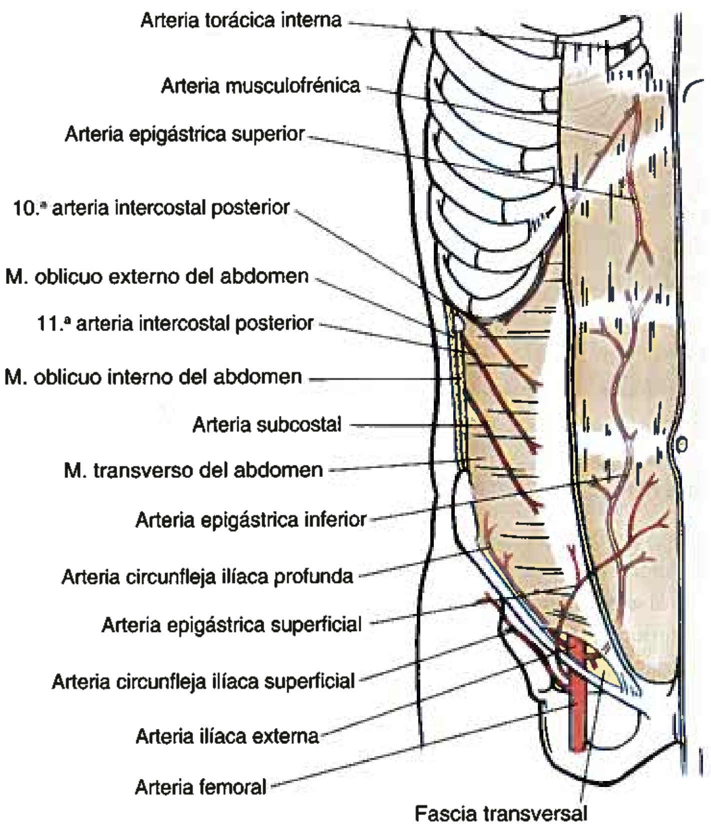

Arteria torácica interna
Arteria musculofrénica
Arteria epigástrica superior
10.ª arteria intercostal posterior
M. oblicuo externo del abdomen
11.ª arteria intercostal posterior
M. oblicuo interno del abdomen
Arteria subcostal
M. transverso del abdomen
Arteria epigástrica inferior
Arteria circunfleja ilíaca profunda
Arteria epigástrica superficial
Arteria circunfleja ilíaca superficial
Arteria ilíaca externa
Arteria femoral
Fascia transversal

FIGURA 2-12. **Arterias de la pared anterolateral del abdomen.**

TABLA 2-4. ARTERIAS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Musculofrénica	Arteria torácica interna	Desciende a lo largo del arco costal	Pared abdominal superficial y profunda de los hipocondrios; diafragma anterolateral
Epigástrica superior		Desciende por la vaina del músculo recto del abdomen profunda a este músculo	Recto del abdomen; pared abdominal superficial y profunda de las regiones epigástrica y umbilical superior
10.ª-11.ª intercostales posteriores	Aorta	Las arterias continúan más allá de las costillas para descender por la pared abdominal entre el oblicuo interno y el transverso del abdomen	Pared abdominal superficial y profunda de la región lateral (lumbar o flanco)
Subcostal			
Epigástrica inferior	Arteria ilíaca externa	Discurre superiormente y entra en la vaina del músculo recto del abdomen; discurre profunda al recto del abdomen	Recto del abdomen; pared abdominal profunda de las regiones púbica y umbilical inferior
Circunfleja ilíaca profunda		Discurre sobre la cara profunda de la pared anterior del abdomen, paralela al ligamento inguinal	Músculo ilíaco y pared abdominal profunda de la región inguinal; fosa ilíaca
Circunfleja ilíaca superficial	Arteria femoral	Discurre por el tejido subcutáneo, a lo largo del ligamento inguinal	Pared superficial de la región inguinal y parte anterior adyacente del muslo
Epigástrica superficial		Discurre por el tejido subcutáneo hacia el ombligo	Pared abdominal superficial de las regiones púbica y umbilical inferior

FASCIAS Y MÚSCULOS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Importancia clínica de las fascias y de los espacios fasciales de la pared abdominal

La **liposucción** es un procedimiento quirúrgico que se realiza para eliminar la grasa subcutánea no deseada utilizando un tubo de succión que se inserta percutáneamente y una elevada presión de vacío. Los tubos se insertan subdérmicamente a través de pequeñas incisiones en la piel.

Cuando cierran las incisiones cutáneas abdominales inferiores al ombligo, los cirujanos incluyen en la sutura la capa membranosa del tejido subcutáneo, debido a su resistencia. Entre la capa membranosa y la fascia profunda que cubre los músculos recto del abdomen y oblicuo externo del abdomen, existe un espacio virtual donde puede acumularse líquido (p. ej., orina en caso de rotura de la uretra). Aunque ninguna barrera (aparte de la fuerza de la gravedad) puede impedir que el líquido se disemine superiormente a partir de este espacio, no puede extenderse inferiormente hacia el muslo debido a que la capa membranosa del tejido subcutáneo se fusiona con la fascia profunda del muslo *(fascia lata)* a lo largo de una línea aproximadamente 2,5 cm inferior y paralela al ligamento inguinal.

La fascia endoabdominal tiene una importancia especial para los cirujanos. Brinda un plano que puede abrirse, permitiendo al cirujano aproximar estructuras sobre la cara anterior de la pared posterior del abdomen o en ella (p. ej., riñones o vértebras lumbares), sin entrar en el saco peritoneal membranoso que contiene las vísceras abdominales. De este modo, se minimiza el riesgo de contaminación. Una porción anterolateral de este espacio potencial entre la fascia transversal y el peritoneo parietal (el *espacio de Bogros*) se utiliza para aplicar material protésico (p. ej., malla de Gore-Tex) en la reparación de hernias inguinales (Skandalakis *et al.*, 1996) (v. fig. 2-15A y B).

Protrusión del abdomen

El abdomen prominente es normal en los lactantes y niños pequeños, ya que su tubo digestivo contiene una cantidad considerable de gas. Además, sus cavidades abdominales anterolaterales están agrandándose y sus músculos abdominales se están fortaleciendo. El hígado relativamente grande de los lactantes y niños pequeños también explica parte del abultamiento.

Los músculos abdominales protegen y sostienen las vísceras más eficazmente cuando tienen un tono adecuado; así, un adulto de peso normal en buena forma física tiene un abdomen plano o escafoide (literalmente, en forma de barca; es decir, ahuecado o cóncavo) cuando se encuentra en posición de decúbito supino.

Las seis causas habituales de protrusión del abdomen son: alimentos, líquido, grasa, heces, flato y feto. La eversión del ombligo puede ser un signo de aumento de la presión intraabdominal, que normalmente se debe a ascitis (acumulación anómala de líquido seroso en la cavidad peritoneal) o a una masa grande (p. ej., un tumor, un feto o un órgano agrandado, como el hígado).

La acumulación excesiva de grasa debida a sobrealimentación afecta casi siempre a la capa de grasa subcutánea; sin embargo, en algunos tipos de obesidad también pueden encontrarse acumulaciones excesivas de grasa extraperitoneal.

Los tumores y organomegalias (agrandamiento de un órgano, como en la esplenomegalia o aumento de tamaño del bazo) también producen aumentos del volumen abdominal. Cuando los músculos abdominales anteriores están subdesarrollados o se han atrofiado, a consecuencia de la edad avanzada o de la falta de ejercicio físico, no proporcionan un tono suficiente para resistir el mayor peso del abdomen protuberante sobre la pelvis anterior. La pelvis bascula anteriormente en las articulaciones de la cadera (el pubis desciende y el sacro se eleva), produciendo una *lordosis* excesiva de la región lumbar.

Hernias abdominales

La pared anterolateral del abdomen puede ser un lugar de presentación de *hernias*. La mayoría de las hernias se produce en las regiones inguinal, umbilical y epigástrica (v. el cuadro azul «Hernias inguinales», p. 212). Las *hernias umbilicales* son frecuentes en los recién nacidos, debido a que la pared anterolateral del abdomen es relativamente débil en el anillo umbilical, especialmente en los lactantes con bajo peso al nacer. Las hernias umbilicales suelen ser pequeñas y se producen por un aumento de la presión intraabdominal en presencia de debilidad y del cierre incompleto de la pared anterolateral del abdomen tras la ligadura del cordón umbilical en el parto. La herniación tiene lugar a través del anillo umbilical. Las *hernias umbilicales adquiridas* se presentan generalmente en mujeres y en personas obesas. Se produce una protrusión de grasa extraperitoneal, de peritoneo, o de ambos, en el saco herniario. Las líneas a lo largo de las cuales se entrelazan las fibras de las aponeurosis abdominales son también potenciales lugares de herniación (v. fig. 2-6B). En ocasiones hay hendiduras en los lugares donde tiene lugar el intercambio de fibras, por ejemplo, en la línea media o en la transición entre la aponeurosis y la vaina de los rectos. Estos espacios pueden ser congénitos, deberse al estrés de la obesidad o del envejecimiento, o ser consecuencia de heridas quirúrgicas o traumáticas.

La *hernia epigástrica*, una hernia en la región epigástrica a través de la línea alba, se presenta en la línea media, entre la apófisis xifoides y el ombligo. Las *hernias de Spiegel* son las que se producen a lo largo de las líneas semilunares (v. tabla 2-1B), y tienden a aparecer en personas de más de 40 años de edad, normalmente asociadas a obesidad. El saco herniario, compuesto por peritoneo, únicamente está cubierto por piel y tejido adiposo subcutáneo.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Palpación de la pared anterolateral del abdomen

Es importante que cuando se palpe el abdomen las manos estén calientes, porque las manos frías hacen que se tensen los músculos abdominales anterolaterales, produciendo espasmos musculares involuntarios, lo que se conoce como **defensa.** La defensa intensa, una rigidez muscular refleja «en tabla» que no puede suprimirse voluntariamente, tiene lugar durante la palpación cuando un órgano (p. ej., el apéndice vermiforme) está inflamado; en sí misma, constituye un importante signo clínico de **abdomen agudo.** Los espasmos musculares involuntarios intentan proteger a las vísceras de la presión, que es dolorosa cuando existe una infección abdominal. La inervación compartida de la piel y de las paredes musculares explica por qué se producen estos espasmos.

La palpación de las vísceras abdominales se lleva a cabo con el paciente en decúbito supino, con las caderas y rodillas semiflexionadas, para permitir una relajación adecuada de la pared anterolateral del abdomen. En caso contrario, la fascia profunda del muslo tira de la capa membranosa del tejido abdominal subcutáneo, tensando la pared abdominal. Algunas personas tienden a colocar las manos detrás de la cabeza cuando están en posición supina, lo que también tensa los músculos y dificulta la exploración. Colocar los miembros superiores a los lados del cuerpo y poner un cojín bajo las rodillas del paciente tiende a relajar los músculos anterolaterales del abdomen.

Reflejos abdominales superficiales

La pared abdominal es la única protección con que cuenta la mayoría de los órganos abdominales. Por ello, la pared reaccionará cuando un órgano esté enfermo o lesionado. El *reflejo abdominal superficial* se provoca colocando al sujeto en decúbito supino y con las músculos relajados, y frotando la piel rápida y horizontalmente, de lateral a medial, hacia el ombligo. Normalmente puede percibirse la contracción de los músculos abdominales; en las personas obesas es posible que no se observe este reflejo. De forma parecida, una herida en la piel del abdomen provoca la rápida contracción refleja de los músculos abdominales.

Lesiones de los nervios de la pared anterolateral del abdomen

Los nervios espinales torácicos inferiores (T7-12) y los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1) alcanzan la musculatura abdominal separadamente para proporcionar la inervación multisegmentaria de los músculos del abdomen. De este modo se distribuyen por la pared anterolateral del abdomen, donde tienen unos recorridos oblicuos, pero principalmente horizontales. Pueden lesionarse por incisiones quirúrgicas o traumatismos, a cualquier nivel de la pared anterolateral del abdomen. Las lesiones de estos nervios pueden provocar debilidad muscular. En la región inguinal, dicha debilidad puede predisponer al sujeto a sufrir hernias inguinales (v. el cuadro azul «Hernias inguinales», p. 212).

Incisiones quirúrgicas en el abdomen

Los cirujanos utilizan diversas incisiones para tener acceso a la cavidad abdominal. Cuando es posible, las incisiones siguen las *líneas de mínima tensión* (líneas de Langer) de la piel (v. en Introducción los comentarios sobre estas líneas, p.13). Se elige la incisión que permite una exposición adecuada y, secundariamente, el mejor efecto estético posible. El lugar de la incisión depende también del tipo de operación, de la localización del órgano u órganos a los que pretende llegar el cirujano, y de los límites óseos o cartilaginosos, al tiempo que se evitan los nervios (especialmente los motores), se mantiene el aporte de sangre y se reducen al mínimo las lesiones de los músculos y fascias de la pared abdominal, y se procura asimismo que la cicatrización sea favorable. Por lo tanto, antes de efectuar una incisión, el cirujano tiene en cuenta la dirección de las fibras musculares y la localización de aponeurosis y nervios. En consecuencia, habitualmente se utilizan diversas incisiones, cada una de ellas con ventajas y limitaciones específicas.

En lugar de seccionar los músculos y causar una necrosis (muerte) irreversible de las fibras musculares, el cirujano los separa siguiendo la dirección de sus fibras y entre ellas. El recto del abdomen es una excepción y puede seccionarse, dado que sus fibras musculares entre las inserciones tendinosas son cortas, y sus nervios, que entran por la parte lateral de la vaina del músculo recto del abdomen, pueden localizarse y preservarse. En general, las incisiones se realizan en la parte de la pared anterolateral del abdomen que permite el mejor acceso al órgano deseado y la menor perturbación de la inervación de los músculos. Los músculos y las vísceras se retraen hacia el paquete vasculonervioso, y no alejándolos de éste.

Si se corta un nervio motor, se paralizan las fibras musculares por él inervadas, con el consiguiente debilitamiento de la pared anterolateral del abdomen. Sin embargo, puesto que en la pared abdominal se superponen las áreas de inervación de diferentes nervios, pueden cortarse una o dos pequeñas ramas sin producir una pérdida apreciable de la inervación motora de los músculos ni una pérdida de sensibilidad cutánea.

INCISIONES LONGITUDINALES

Las incisiones longitudinales, como las incisiones mediana y paramedial (fig. C2-1), son de elección para las intervenciones exploradoras, ya que ofrecen una buena exposición de las vísceras abdominales y un buen acceso a ellas, y pueden ampliarse según se necesite, con mínimas complicaciones.

Las *incisiones medianas* o *en la línea media* pueden realizarse rápidamente sin seccionar músculos, vasos sanguíneos importantes ni nervios. Pueden efectuarse incisiones medianas a lo largo de cualquier parte del recorrido de la línea alba desde la apófisis xifoides hasta la sínfisis del pubis. Como por la línea alba únicamente pasan vasos y nervios pequeños hacia la piel, las incisiones en la línea media cursan con un derramamiento relativamente pequeño de sangre y evitan los principales nervios; sin embargo, en algunas personas las incisiones pueden revelar una grasa abundante y ricamente vascularizada. A la inversa, debido a su irrigación relativamente escasa, la línea alba puede sufrir necrosis y la degeneración subsiguiente tras ser seccionada si no se alinean adecuadamente sus bordes al cerrar la herida.

Las *incisiones paramediales* (laterales al plano medio) se realizan en un plano sagital y pueden extenderse desde el arco costal hasta la línea capilar púbica. Después de que la incisión pase

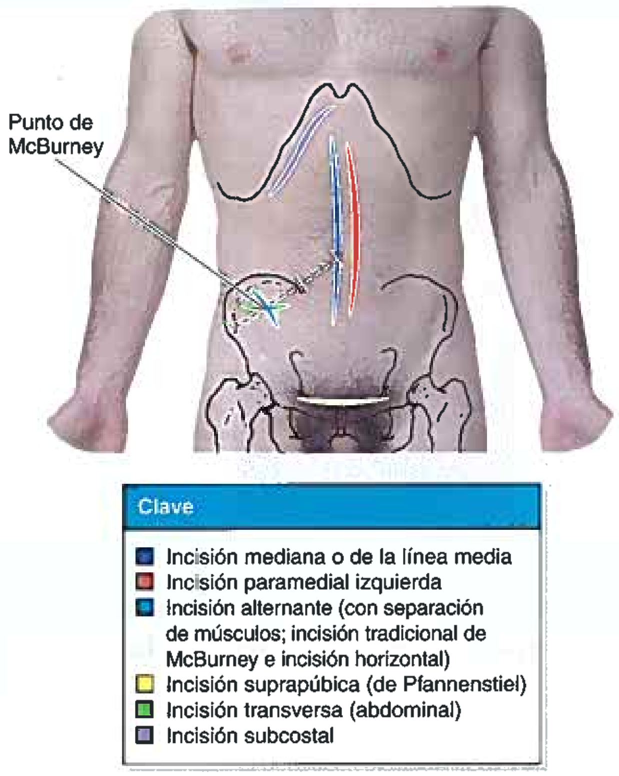

Punto de McBurney
Clave
🟦 Incisión mediana o de la línea media
🟥 Incisión paramedial izquierda
🟦 Incisión alternante (con separación de músculos; incisión tradicional de McBurney e incisión horizontal)
🟨 Incisión suprapúbica (de Pfannenstiel)
🟩 Incisión transversa (abdominal)
🟪 Incisión subcostal

FIGURA C2-1.

a través de la capa anterior de la vaina de los rectos, el músculo queda liberado y se retrae lateralmente para evitar tensar y lesionar los vasos y nervios. A continuación se secciona la lámina posterior de la vaina de los rectos y el peritoneo para entrar en la cavidad peritoneal.

INCISIONES OBLICUAS Y TRANSVERSAS

La dirección de las *incisiones oblicuas* y *transversas* se relaciona con la orientación de las fibras musculares, los tejidos duros vecinos (arco costal o cresta ilíaca o púbica) y la minimización del posible daño nervioso. En las apendicectomías se utilizan a menudo *incisiones alternantes (separando las fibras musculares)*. La *incisión de McBurney* oblicua se efectúa en el *punto de McBurney*, aproximadamente 2,5 cm superomedial a la EIAS en la *línea espinoumbilical*. Se secciona inferomedialmente la aponeurosis del oblicuo externo en la dirección de sus fibras, y se retrae. A continuación se separan las fibras musculoaponeuróticas del oblicuo interno y el transverso del abdomen en la línea de sus fibras y se retraen. Se identifica y protege el nervio iliohipogástrico, que discurre profundo al oblicuo interno. Cuando se hace con cuidado, no se secciona ninguna fibra musculoaponeurótica; por ello, al cerrar la herida, las fibras musculares se juntan y la pared del abdomen queda tan fuerte tras la operación como lo era antes de ella.

Las *incisiones suprapúbicas* (de *Pfannenstiel*, o del «bikini») se realizan en la línea capilar del pubis. Estas incisiones —horizontales con una leve convexidad— se utilizan en la mayoría de las intervenciones ginecológicas y obstétricas (p. ej., para la cesárea). Se corta y reseca superiormente la línea alba y las láminas anteriores de las vainas de los rectos; los rectos se retraen lateralmente o se dividen a través de sus porciones tendinosas, lo que permite volver a unirlos sin dañar las fibras musculares. Se identifican y protegen los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal.

Las *incisiones transversas* a través de la lámina anterior de la vaina de los rectos y el recto del abdomen proporcionan un buen acceso y producen el menor daño posible a la inervación del recto del abdomen. Este músculo puede dividirse transversalmente sin provocar daños graves, ya que al volver a unir los segmentos se forma una nueva franja transversa. No se realizan incisiones transversas a través de las intersecciones tendinosas, ya que los nervios cutáneos y las ramas de los vasos epigástricos superiores atraviesan estas regiones fibrosas del músculo. Las incisiones transversas pueden ampliarse lateralmente según se necesite, para aumentar la exposición, pero no se utilizan en intervenciones exploradoras, ya que su ampliación superior e inferior es difícil.

Las *incisiones subcostales* proporcionan acceso a la vesícula biliar y los conductos biliares en el lado derecho, y al bazo en el izquierdo. La incisión se realiza paralela al arco costal, pero como mínimo 2,5 cm inferior a él, para evitar los nervios espinales torácicos 7.° y 8.° (tabla 2-3).

INCISIONES DE ALTO RIESGO

Las *incisiones de alto riesgo* son la pararrectal y la inguinal. Las *incisiones pararrectales* a lo largo del borde lateral de la vaina del recto son indeseables debido a que pueden seccionar la inervación del recto del abdomen. Las *incisiones inguinales* para reparar hernias pueden lesionar el nervio ilioinguinal.

EVENTRACIÓN O HERNIA QUIRÚRGICA

Una *eventración* o *hernia quirúrgica* es una protrusión del *omento* (pliegue del peritoneo) o de un órgano a través de una incisión o cicatriz quirúrgica. Si las capas musculares y aponeuróticas del abdomen no cicatrizan adecuadamente, puede producirse una hernia a través de este defecto.

CIRUGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA (ENDOSCÓPICA)

Muchos procedimientos quirúrgicos abdominopélvicos (p. ej., la extirpación de la vesícula biliar) se realizan hoy en día con la ayuda de un *endoscopio;* en lugar de las incisiones convencionales, más amplias, se hacen pequeñas perforaciones en la pared abdominal que permiten la entrada de instrumentos que se manipulan a distancia. Por consiguiente, se minimiza la posibilidad de lesión nerviosa, hernia quirúrgica y contaminación a través de la herida abierta, así como el tiempo necesario para la cicatrización.

Inversión del flujo venoso y vías colaterales de las venas abdominales superficiales

Cuando se obstruye el flujo en la vena cava superior o inferior, las anastomosis entre las tributarias de estas venas sistémicas, como la vena toracoepigástrica, pueden proporcionar vías colaterales para sortear la obstrucción, permitiendo así que la sangre regrese al corazón (fig. C2-2).

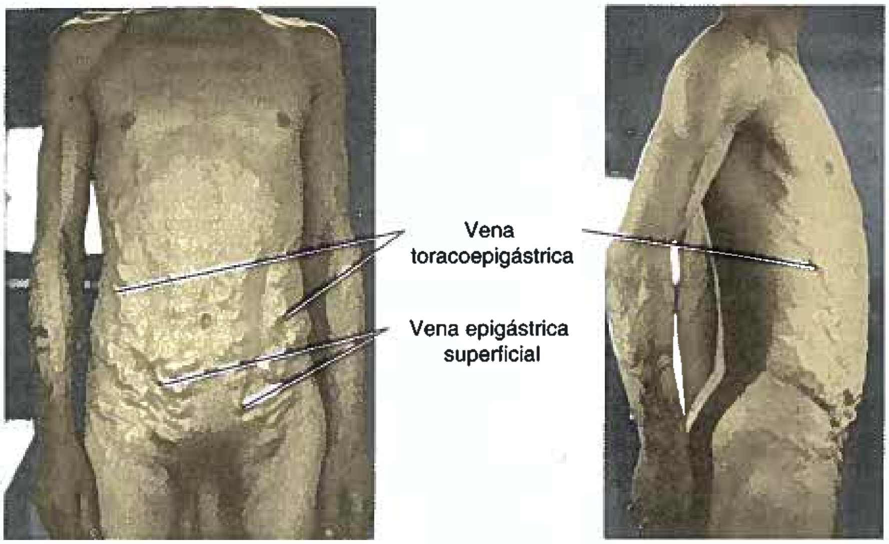


FIGURA C2-2.

Puntos fundamentales

FASCIA, MÚSCULOS, NERVIOS Y VASOS DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Fascia. La fascia de la pared anterolateral del abdomen consta de las porciones subcutánea (superficial), de revestimiento (profunda) y endoabdominal. ♦ Inferiormente al ombligo, la lámina subcutánea se modifica e incluye una capa adiposa superficial y una capa membranosa profunda. ♦ La capa adiposa superficial se ha especializado en este lugar, en especial en el varón, para el almacenamiento de lípidos; por su parte, la capa membranosa profunda es lo bastante completa para compartimentar líquidos extravasados (sangre u orina) y para ser suturada en las intervenciones quirúrgicas. ♦ La hoja de revestimiento presenta las características típicas de las fascias profundas que envuelven músculos voluntarios, y en esta localización refleja la disposición trilaminar de los músculos abdominales planos y sus aponeurosis. ♦ La fascia endoabdominal es especialmente relevante en cirugía, ya que permite establecer un espacio extraperitoneal que facilita un acceso anterior a estructuras retroperitoneales (p. ej., riñones, uréteres y cuerpos de las vértebras lumbares) sin entrar en la cavidad peritoneal.

Músculos. Los músculos anterolaterales del abdomen consisten en músculos planos concéntricos situados anterolateralmente y en músculos verticales situados anteriormente y adyacentes a la línea media. ♦ En el abdomen también hay una disposición trilaminar de los músculos planos, como en el tórax; no obstante, aparte de su inervación por segmentos múltiples, aunque separados, en el abdomen no se observa el metamerismo (segmentación) característico de la musculatura torácica intercostal. ♦ Las porciones carnosas de los músculos planos se vuelven aponeuróticas anteriormente. Las fibras de las aponeurosis se entrelazan en la línea media, formando la línea alba, y continúan en las aponeurosis de los músculos contralaterales. ♦ Las fibras aponeuróticas de los oblicuos externos también se continúan a través de la línea media con las de los músculos oblicuos internos contralaterales. ♦ El tronco está rodeado por tres capas de músculos digástricos planos, formando bandas oblicuas y transversas que encierran la cavidad abdominal. ♦ En los dos tercios superiores de la pared abdominal, las láminas aponeuróticas se separan a cada lado de la línea alba y forman vainas longitudinales que envuelven a los músculos rectos. Esto hace que establezcan una relación funcional con los músculos planos, ya que los músculos verticales refuerzan la cintura anteriormente. ♦ En el tercio inferior de la pared anterolateral del abdomen, las aponeurosis de las tres capas de músculos planos pasan anteriores a los músculos rectos. ♦ Como flexores del tronco, los rectos son los antagonistas de los músculos profundos (extensores) del dorso. El equilibrio en el desarrollo y el tono de estos grupos musculares afecta a la postura (y por tanto la debilidad de los músculos abdominales puede provocar una lordosis lumbar —curvatura patológicamente convexa de la columna vertebral inferior— excesiva. ♦ La especial disposición de los músculos anterolaterales abdominales les permite actuar como paredes flexibles que engloban el contenido abdominal, aumentar la presión intraabdominal o disminuir el volumen abdominal para expulsar diversos materiales, y producir movimientos de flexión lateral y anterior, y de torsión (giratorios), del tronco.

Nervios. Los músculos anterolaterales del abdomen reciben inervación multisegmentaria a través de los ramos anteriores de los nervios torácicos inferiores (T7-12) y de L1. ♦ Los ramos pasan separadamente a los músculos como cinco nervios toracoabdominales (T7-11), un nervio subcostal (T12) y los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1), que discurren en un plano entre la segunda y la tercera capas. ♦ La piel abdominal suprayacente lateral a la LMC es inervada por ramos cutáneos laterales. ♦ La piel medial a la LMC es inervada por ramos cutáneos anteriores. ♦ Excepto por L1, los mapas de los dermatomas abdominales y de los nervios periféricos son, por tanto, idénticos. ♦ Los dermatomas de referencia son el dermatoma T10, que incluye el ombligo, y el dermatoma L1, que incluye el pliegue inguinal.

Vasos. La piel y el tejido subcutáneo de la pared abdominal drenan superiormente (en último término, al sistema de la vena cava superior) a través de la vena torácica interna medialmente y lateralmente a través de la vena torácica lateral, e inferiormente (en último término, al sistema de la vena cava inferior) a través de las venas epigástricas superficial e inferior. ♦ Las venas cutáneas que rodean el ombligo se anastomosan con pequeñas tributarias de la vena porta hepática. ♦ La distribución de los vasos sanguíneos abdominales más profundos refleja la disposición de los músculos: un patrón oblicuo, circunferencial (similar a los vasos intercostales que hay más arriba) en la pared anterolateral del abdomen, y un patrón vertical anteriormente. ♦ Los vasos circunferenciales de la pared anterolateral son continuaciones de los vasos intercostales posteriores 7.° a 11.°, los vasos subcostales, y los vasos circunflejos ilíacos profundos. ♦ Los vasos verticales incluyen una anastomosis entre los vasos epigástricos superiores e inferiores dentro de la vaina de los rectos. ♦ Un conducto anastomótico superficial, la vena toracoepigástrica, y la vía medial más profunda entre las venas epigástricas inferior y superior, permiten la circulación colateral durante el bloqueo de la vena cava inferior o superior. ♦ Los vasos linfáticos abdominales superficiales superiores al plano transumbilical drenan principalmente a los nódulos linfáticos axilares; los inferiores al plano drenan en los nódulos linfáticos inguinales superficiales. ♦ Los vasos linfáticos profundos acompañan a las venas profundas de la pared abdominal hasta los nódulos linfáticos ilíacos y los lumbares derechos e izquierdos (de la cava y aórticos).

Superficie interna de la pared anterolateral del abdomen

La superficie interna (posterior) de la pared anterolateral del abdomen está cubierta por la fascia transversal, una cantidad variable de grasa extraperitoneal y el peritoneo parietal (fig. 2-13). La parte infraumbilical de esta superficie presenta cinco *pliegues umbilicales peritoneales* que se dirigen hacia el ombligo, uno en el plano medio y dos a cada lado:

- El **pliegue umbilical medio** se extiende desde el vértice de la vejiga urinaria hasta el ombligo y cubre el **ligamento umbilical medio,** un resto fibroso del *uraco* que unía el vértice de la vejiga fetal al ombligo.

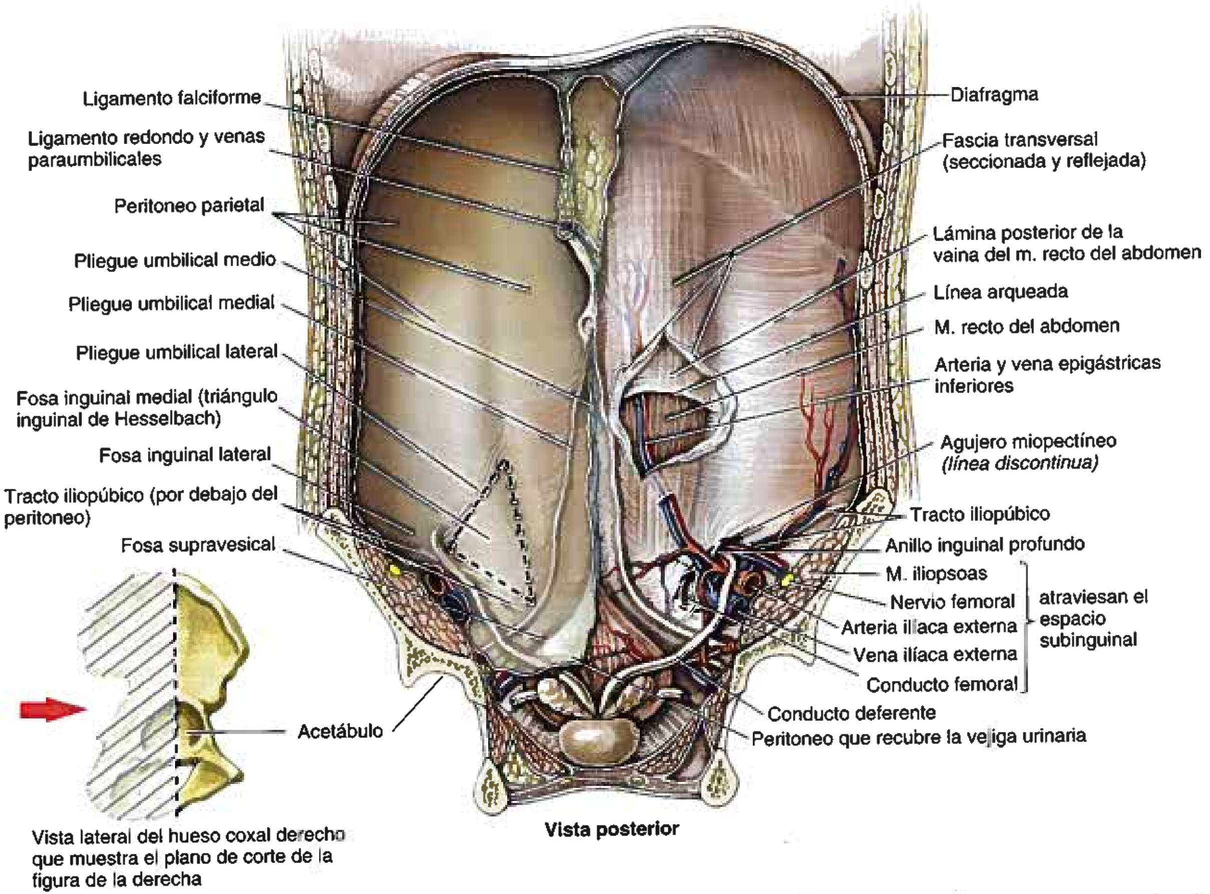

Ligamento falciforme
Ligamento redondo y venas paraumbilicales
Peritoneo parietal
Pliegue umbilical medio
Pliegue umbilical medial
Pliegue umbilical lateral
Fosa inguinal medial (triángulo inguinal de Hesselbach)
Fosa inguinal lateral
Tracto iliopúbico (por debajo del peritoneo)
Fosa supravesical
Acetábulo
Vista lateral del hueso coxal derecho que muestra el plano de corte de la figura de la derecha
Vista posterior
Diafragma
Fascia transversal (seccionada y reflejada)
Lámina posterior de la vaina del m. recto del abdomen
Línea arqueada
M. recto del abdomen
Arteria y vena epigástricas inferiores
Agujero miopectíneo (línea discontinua)
Tracto iliopúbico
Anillo inguinal profundo
M. iliopsoas
Nervio femoral
Arteria ilíaca externa
Vena ilíaca externa
Conducto femoral
atraviesan el espacio subinguinal
Conducto deferente
Peritoneo que recubre la vejiga urinaria

FIGURA 2-13. Cara posterior de la pared anterolateral del abdomen de un varón. Los principales elementos de esta vista son los ligamentos, los pliegues y las fosas peritoneales.

- Dos **pliegues umbilicales mediales**, laterales al pliegue umbilical medio, que cubren los **ligamentos umbilicales mediales,** formados por las *porciones obliteradas de las arterias umbilicales*.
- Dos **pliegues umbilicales laterales,** laterales a los pliegues umbilicales mediales, que cubren los *vasos epigástricos inferiores* y, por tanto, sangran si se seccionan.

Las depresiones laterales a los pliegues umbilicales son las *fosas peritoneales,* que son posibles zonas de hernias. Las hernias se clasifican en función de la fosa en que se localizan. Las fosas poco profundas situadas entre los pliegues umbilicales son:

- Las **fosas supravesicales,** entre los pliegues umbilicales medio y mediales, formadas cuando el peritoneo se refleja desde la pared anterior del abdomen sobre la vejiga urinaria. El nivel de las fosas supravesicales asciende o desciende de acuerdo con el llenado o vaciado de la vejiga.
- Las **fosas inguinales mediales,** situadas entre los pliegues umbilicales mediales y laterales, suelen denominarse **triángulos inguinales** (triángulos de Hesselbach). Son los lugares donde pueden producirse hernias inguinales directas, menos comunes.
- Las **fosas inguinales laterales,** laterales a los pliegues umbilicales laterales, incluyen los *anillos inguinales profundos* y en ellas puede producirse el tipo más frecuente de hernia de la pared inferior del abdomen, la *hernia inguinal indirecta* (v. el cuadro azul «Hernias inguinales», p. 212).

La porción supraumbilical de la superficie interna de la pared abdominal anterior presenta una reflexión peritoneal orientada sagitalmente, el **ligamento falciforme,** que se extiende entre la pared abdominal anterior y el hígado. Circunda el **ligamento redondo del hígado** y las venas paraumbilicales en su borde inferior libre. El ligamento redondo es un resto fibroso de la vena umbilical, que iba desde el ombligo al hígado durante la vida embrionaria (fig. 2-13).

Región inguinal

La **región inguinal,** o ingle, se extiende entre la EIAS y el tubérculo del pubis. Es una zona de importancia anatómica y clínica: anatómicamente, porque hay estructuras que entran y salen de la cavidad abdominal, y desde un punto de vista clínico porque las vías de entrada y salida son zonas de posible herniación.

Aunque los testículos se localizan en el periné después del nacimiento, la gónada masculina se forma originalmente en el abdomen. Su reubicación (migración) fuera del abdomen, en el periné, a través del conducto inguinal, explica muchas de las características estructurales de la región. Tradicionalmente, el testículo y el escroto suelen diseccionarse y estudiarse en relación con la pared anterior del abdomen y la región inguinal. Por dicho motivo, la anatomía masculina se aborda con más detalle en esta sección.

LIGAMENTO INGUINAL Y TRACTO ILIOPÚBICO

Muchas articulaciones que poseen un amplio rango de movimientos se asocian a bandas fibrosas engrosadas, o *retináculos,* que fijan estructuras al esqueleto durante las distintas posiciones que adopta la articulación (v. Introducción). El *ligamento inguinal* y el *tracto iliopúbico,* que se extienden desde la EIAS hasta el *tubérculo del pubis,* constituyen un retináculo bilaminar anterior (flexor) de la articulación de la cadera (figs. 2-13 y 2-14). El retináculo se extiende sobre el **espacio subinguinal,** a través del cual pasan los flexores de la cadera y las estructuras vasculonerviosas de la mayor

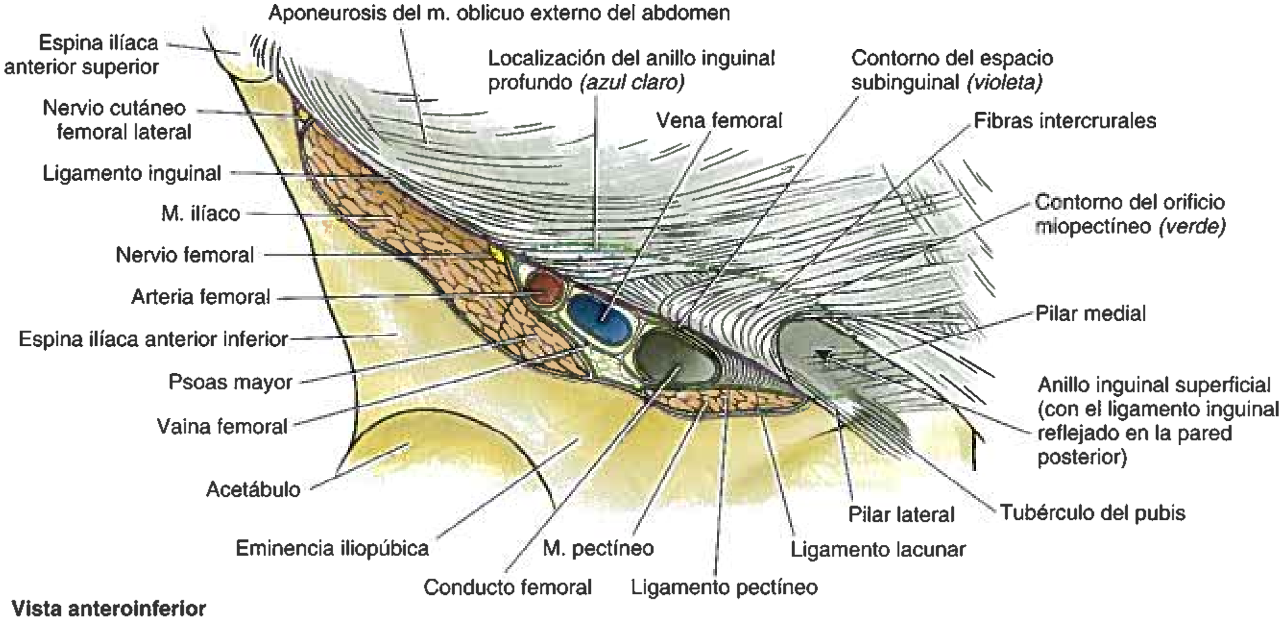

Aponeurosis del m. oblicuo externo del abdomen
Espina ilíaca anterior superior
Localización del anillo inguinal profundo *(azul claro)*
Contorno del espacio subinguinal *(violeta)*
Nervio cutáneo femoral lateral
Vena femoral
Fibras intercrurales
Ligamento inguinal
M. ilíaco
Contorno del orificio miopectíneo *(verde)*
Nervio femoral
Arteria femoral
Pilar medial
Espina ilíaca anterior inferior
Psoas mayor
Anillo inguinal superficial (con el ligamento inguinal reflejado en la pared posterior)
Vaina femoral
Acetábulo
Pilar lateral
Tubérculo del pubis
Eminencia iliopúbica
M. pectíneo
Ligamento lacunar
Conducto femoral
Ligamento pectíneo
Vista anteroinferior

FIGURA 2-14. Estructuras de la región inguinal. El ligamento inguinal es el borde inferior engrosado y enrollado hacia atrás del músculo oblicuo externo del abdomen, formando un retináculo que se extiende sobre el espacio subinguinal. El anillo inguinal superficial es un orificio rasgado entre los pilares medial y lateral de la aponeurosis del músculo oblicuo externo, atravesado por fibras intercrurales.

parte del miembro inferior. Estas bandas fibrosas son la porción engrosada más inferolateral de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen y el borde inferior engrosado de la fascia transversal. Son unos de los principales puntos de referencia de la región.

El **ligamento inguinal** es una densa banda que forma la parte más inferior de la aponeurosis del oblicuo externo. Aunque la mayoría de las fibras del extremo medial del ligamento inguinal se insertan en el tubérculo del pubis, algunas tienen otros recorridos (fig. 2-14):

- Algunas de las fibras más profundas pasan posteriormente y se unen a la *rama superior del pubis*, lateralmente al tubérculo del pubis, constituyendo el **ligamento lacunar** (de Gimbernat) arqueado, que forma el límite medial del espacio subinguinal. Las fibras más laterales se continúan a lo largo del *pecten del pubis* como **ligamento pectíneo** (de Cooper).
- Algunas de las fibras más superiores se abren hacia arriba, sobrepasando el *tubérculo del pubis* y cruzando la línea alba para mezclarse con las fibras inferiores de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen contralateral. Estas fibras forman el **ligamento inguinal reflejo** (figs. 2-8, 2-14, y 2-15A).

El **tracto iliopúbico** es el borde inferior engrosado de la fascia transversal y se presenta como una banda fibrosa que discurre paralela y posterior (profunda) al ligamento inguinal (figs. 2-13 y 2-15B). El tracto iliopúbico se observa en el lugar del ligamento inguinal cuando se inspecciona la región inguinal desde su cara interna (posterior), como ocurre durante una laparoscopia. Refuerza la pared posterior y el suelo del conducto inguinal cuando cruza por encima de las estructuras que atraviesan el espacio subinguinal.

El ligamento inguinal y el tracto iliopúbico se extienden sobre una zona congénitamente débil de la pared abdominal, en la región inguinal o ingle, denominada **orificio miopectíneo** (Fruchaud, 1956). Esta zona débil, formada en relación a estructuras que atraviesan la pared corporal, es el lugar de aparición de hernias inguinales directas e indirectas y femorales.

CONDUCTO INGUINAL

La formación del **conducto inguinal** se relaciona con el descenso de los testículos durante el desarrollo fetal. En los adultos, el conducto inguinal es un paso oblicuo, de unos 4 cm de largo, dirigido inferomedialmente a través de la porción inferior de la pared anterolateral del abdomen. Se sitúa paralelo y superior a la mitad medial del ligamento inguinal (v. figs. 2-14 y 2-15). Las principales estructuras que ocupan el conducto inguinal son el cordón espermático en el hombre y el ligamento redondo del útero en la mujer. Se trata de estructuras funcional y evolutivamente diferenciadas que se encuentran en una misma localización. El conducto inguinal también contiene, en ambos sexos, vasos sanguíneos y linfáticos, y el nervio ilioinguinal. El conducto inguinal está abierto en ambos extremos:

- El **anillo inguinal profundo (interno)** es la entrada al conducto inguinal. Se encuentra en situación superior a la mitad del ligamento inguinal y lateral a la arteria epigástrica inferior (fig. 2-14). Es el principio de una evaginación de la fascia transversal que forma una abertura que recuerda la entrada de una cueva (v. figs. 2-7B, 2-13 y 2-15). A través de esta abertura pasan el conducto deferente extraperitoneal y los vasos testiculares en el hombre (el ligamento redondo del útero en la mujer) para entrar en el conducto inguinal. La fascia transversal se prolonga dentro del conducto, formando la cubierta más interior (fascia interna) de las estructuras que atraviesan el conducto.
- El **anillo inguinal superficial (externo)** es la salida por donde el cordón espermático en el hombre (ligamento redondo del útero en la mujer) emerge del conducto inguinal (v. figs. 2-7A, 2-14 y 2-15). El anillo superficial es una abertura semejante a una hendidura entre las fibras diagonales y paralelas de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen, justo superolateral al tubérculo del pubis. Las partes de la aponeurosis situadas lateral y medialmente al anillo superficial, que forman sus bordes, son los *pilares*.

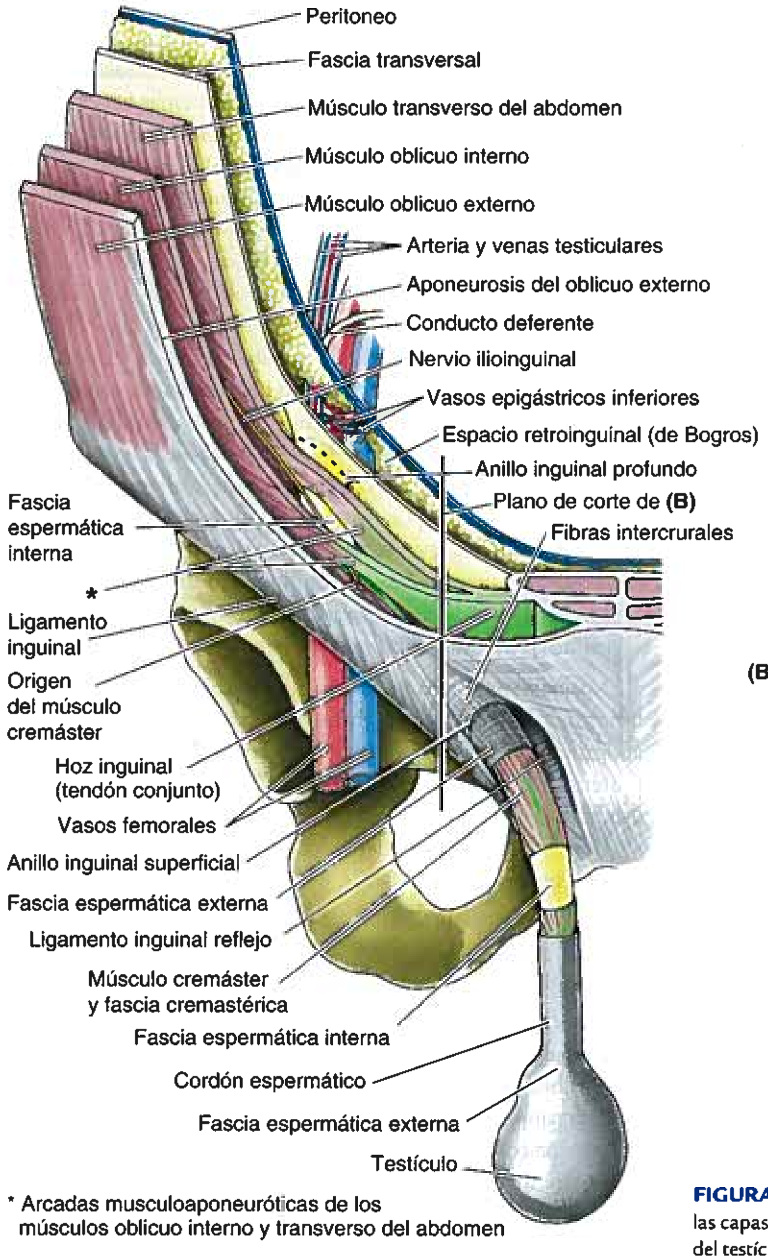
  El **pilar lateral** se inserta en el tubérculo del pubis y el **pilar medial** en la cresta del pubis. Fibras de la hoja superficial de la fascia de revestimiento (profunda) sobre el músculo oblicuo externo y su aponeurosis, que discurren perpendiculares a las fibras de la aponeurosis, pasan de un pilar al otro a través de la parte superolateral del anillo. Estas **fibras intercrurales** ayudan a impedir que los pilares se alejen uno de otro (es decir, evitan que la «hendidura» de la aponeurosis se ensanche).

Normalmente, el *conducto inguinal* está colapsado anteroposteriormente sobre las estructuras que lo atraviesan. Entre sus dos aberturas (anillos), el conducto inguinal tiene dos paredes (anterior y posterior), así como un techo y un suelo (v. figs. 2-14 y 2-15A y B). En la tabla 2-5 se detallan las estructuras que forman dichos límites.

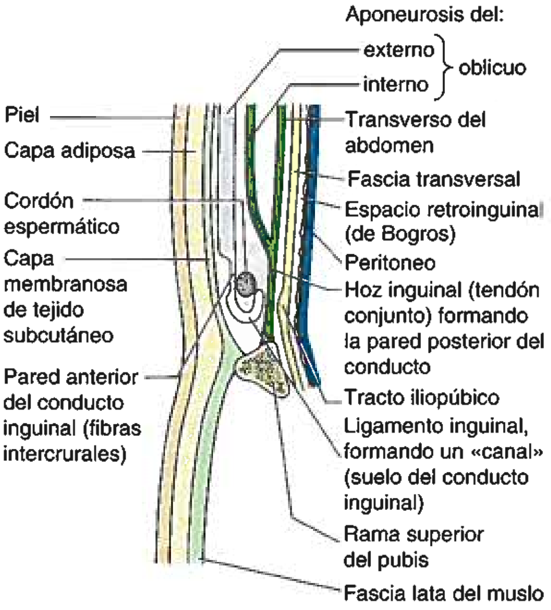
El conducto inguinal tiene dos paredes (anterior y posterior), techo y suelo (figs. 2-8 y 2-15A y B):

- *Pared anterior:* formada por la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen a lo largo de todo el conducto; la porción lateral está reforzada por fibras del oblicuo interno del abdomen.
- *Pared posterior:* formada por la fascia transversal; la porción medial está reforzada por inserciones púbicas de las aponeurosis del oblicuo interno y del transverso del abdomen que a menudo se fusionan, en grado variable, en un tendón común, la **hoz inguinal** (tendón conjunto), y por el ligamento inguinal reflejo.
- *Techo:* formado lateralmente por la fascia transversal, centralmente por los arcos musculoaponeuróticos de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen, y medialmente por el pilar medial de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen.
- *Suelo:* formado lateralmente por el tracto iliopúbico, centralmente por el surco del ligamento inguinal replegado, y medialmente por el ligamento lacunar.

El ligamento inguinal y el tracto iliopúbico, que cubren el *orificio miopectíneo* (fig. 2-13), definen los límites inferiores del conducto inguinal y sus aberturas. El triángulo inguinal separa estas formaciones de las estructuras de la vaina femoral (vasos femorales y conducto femoral) que atraviesan la porción medial del espacio subinguinal. La mayoría de las hernias en la región de la ingle en el hombre pasan superiormente al tracto iliopúbico (hernias inguinales), mientras que en la mujer la mayoría pasan inferiormente (hernias femorales). Debido a su relativa debilidad, en muchas reparaciones de hernias se recubre el orificio miopectíneo con una malla protésica situada en el espacio retroinguinal extraperitoneal («espacio de Bogros»).


Peritoneo
Fascia transversal
Músculo transverso del abdomen
Músculo oblicuo interno
Músculo oblicuo externo
Arteria y venas testiculares
Aponeurosis del oblicuo externo
Conducto deferente
Nervio ilioinguinal
Vasos epigástricos inferiores
Espacio retroinguinal (de Bogros)
Anillo inguinal profundo
Plano de corte de (B)
Fibras intercrurales
Fascia espermática interna
*
Ligamento inguinal
Origen del músculo cremáster
Hoz inguinal (tendón conjunto)
Vasos femorales
Anillo inguinal superficial
Fascia espermática externa
Ligamento inguinal reflejo
Músculo cremáster y fascia cremastérica
Fascia espermática interna
Cordón espermático
Fascia espermática externa
Testículo
* Arcadas musculoaponeuróticas de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen

(A) Vista anterior


Aponeurosis del:
externo
interno
oblicuo
Piel
Capa adiposa
Cordón espermático
Capa membranosa de tejido subcutáneo
Pared anterior del conducto inguinal (fibras intercrurales)
Transverso del abdomen
Fascia transversal
Espacio retroinguinal (de Bogros)
Peritoneo
Hoz inguinal (tendón conjunto) formando la pared posterior del conducto
Tracto iliopúbico
Ligamento inguinal, formando un «canal» (suelo del conducto inguinal)
Rama superior del pubis
Fascia lata del muslo

(B) Corte sagital esquemático del conducto inguinal ☐

FIGURA 2-15. Conducto inguinal y cordón espermático. A. Se muestran las capas de la pared del abdomen y las cubiertas del cordón espermático y del testículo derivadas de las primeras. **B.** Corte sagital de la pared anterior del abdomen y del conducto inguinal por el plano que se muestra en la figura **A.**

TABLA 2-5. LÍMITES DEL CONDUCTO INGUINAL

Límite	Anillo profundo/tercio lateral	Tercio medio	Tercio lateral/anillo superficial
Pared posterior	Fascia transversal	Fascia transversal	Hoz inguinal (tendón conjunto) más el ligamento inguinal reflejo
Pared anterior	Oblicuo interno más el pilar lateral de la aponeurosis del oblicuo externo	Aponeurosis del oblicuo externo (pilar lateral y fibras intercrurales)	Aponeurosis del oblicuo externo (fibras intercrurales); la fascia del oblicuo externo se prolonga hacia el cordón como fascia espermática externa
Techo	Fascia transversal	Arcadas musculoaponeuróticas del oblicuo interno y el transverso del abdomen	Pilar medial de la aponeurosis del oblicuo externo
Suelo	Tracto iliopúbico	Ligamento inguinal	Ligamento lacunar

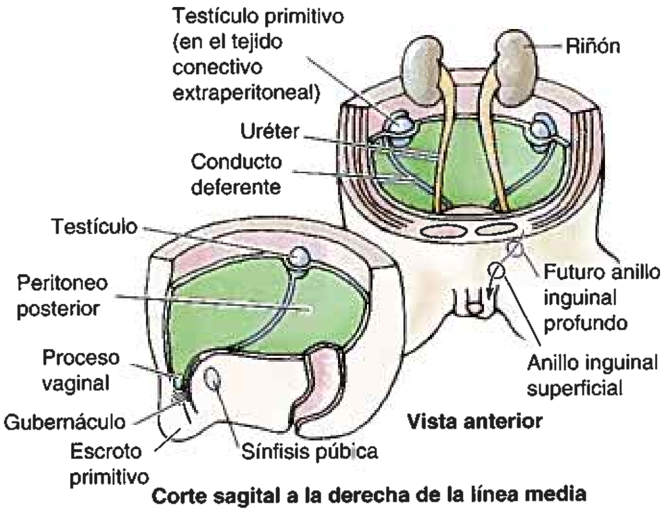
Desarrollo del conducto inguinal. Los testículos se desarrollan en el tejido conectivo extraperitoneal de la región lumbar superior de la pared posterior del abdomen (fig. 2-16A). El **gubernáculo masculino** es un tracto fibroso que conecta el **testículo primitivo** con la pared anterolateral del abdomen en el punto donde se localizará el anillo profundo del conducto inguinal. Un divertículo peritoneal, el **proceso vaginal,** atraviesa el conducto inguinal en desarrollo, transportando láminas musculares y fasciales de la pared anterolateral del abdomen al entrar en el **escroto primitivo.** Hacia la semana 12, el testículo está en la pelvis y hacia la semana 27 (7.º mes) se encuentra cerca del anillo inguinal profundo en formación (fig. 2-16B). El testículo empieza a atravesar el conducto inguinal durante la semana 28, y tarda en torno a tres días en cruzarlo. Aproximadamente cuatro semanas después, el testículo entra en el escroto (fig. 2-16C). A medida que el testículo, su conducto (el *conducto deferente*) y sus vasos y nervios se desplazan, se rodean de extensiones musculofasciales de la pared anterolateral del abdomen, lo que explica la presencia de sus derivados en el escroto adulto: las *fascias espermáticas* interna y externa, y el músculo cremáster (v. fig. 2-15). Normalmente, el tallo del proceso vaginal degenera; sin embargo, su porción sacular distal forma la **túnica vaginal**, la vaina serosa del testículo y el epidídimo.

Los **ovarios** también se desarrollan en la región lumbar superior de la pared posterior del abdomen y se desplazan hasta la pared lateral de la pelvis (fig. 2-17). El proceso vaginal del peritoneo atraviesa la fascia transversal a nivel del anillo inguinal profundo, formando el conducto inguinal como en el varón, y protruye en el labio mayor en desarrollo.

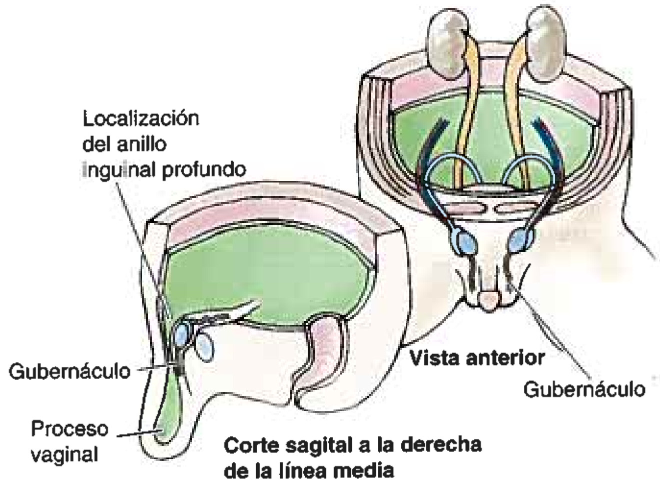
El **gubernáculo femenino,** un cordón fibroso que conecta el ovario y el útero primitivo con el labio mayor en desarrollo, está representado en la vida posnatal por el **ligamento propio del ovario,** entre el ovario y el útero, y el **ligamento redondo del útero,** entre el útero y el labio mayor. Debido a las inserciones de los ligamentos propios de los ovarios al útero, los ovarios no se desplazan hasta la región inguinal; no obstante, el ligamento redondo pasa a través del conducto inguinal y se fija al tejido subcutáneo del labio mayor (fig. 2-17B y C).

Excepto en su porción más inferior, que se convierte en un saco seroso que envuelve al testículo, la *túnica vaginal,* el proceso vaginal se oblitera hacia el 6.º mes de desarrollo fetal. El conducto inguinal femenino es más estrecho que el del varón, y el de los lactantes de ambos sexos es más corto y mucho menos oblicuo que el de los adultos. En los lactantes, los anillos inguinales superficiales se sitúan casi directamente anteriores a los anillos inguinales profundos.

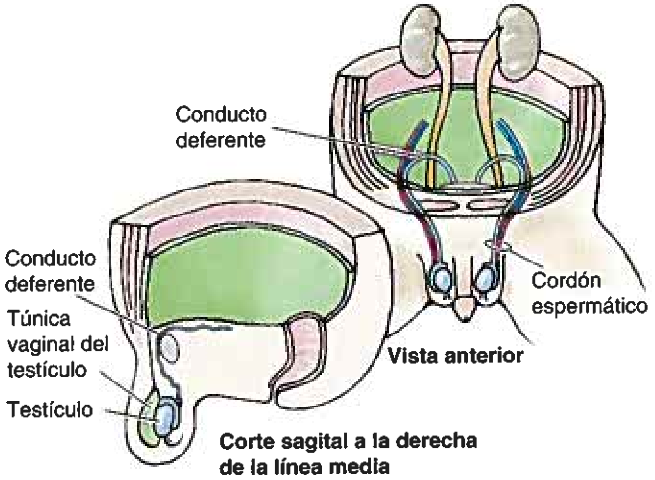
Conducto inguinal y aumento de la presión intraabdominal. En el adulto, los anillos inguinales profundo y superficial no se superponen debido a la trayectoria oblicua del conducto inguinal. En consecuencia, el aumento de la presión intraabdominal presiona la pared posterior del conducto contra la pared anterior, con lo que disminuye la posibilidad de herniación hasta que las presiones superan el efecto de resistencia de este mecanismo. La contracción simultánea del oblicuo externo del abdomen también aproxima la pared anterior del conducto a la pared posterior, y aumenta la tensión en los pilares lateral y medial, que resisten la dilatación del anillo inguinal superficial. La contracción de los músculos que forman la parte lateral de los arcos de los músculos oblicuo interno y transverso


Testículo primitivo (en el tejido conectivo extraperitoneal)
Riñón
Uréter
Conducto deferente
Testículo
Peritoneo posterior
Futuro anillo inguinal profundo
Proceso vaginal
Anillo inguinal superficial
Gubernáculo
Vista anterior
Escroto primitivo
Sínfisis púbica
Corte sagital a la derecha de la línea media

(A) Séptima semana

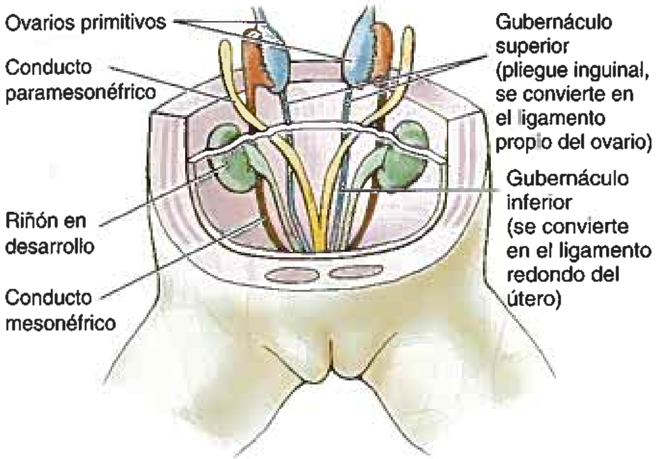

Localización del anillo inguinal profundo
Vista anterior
Gubernáculo
Gubernáculo
Proceso vaginal
Corte sagital a la derecha de la línea media

(B) Séptimo mes

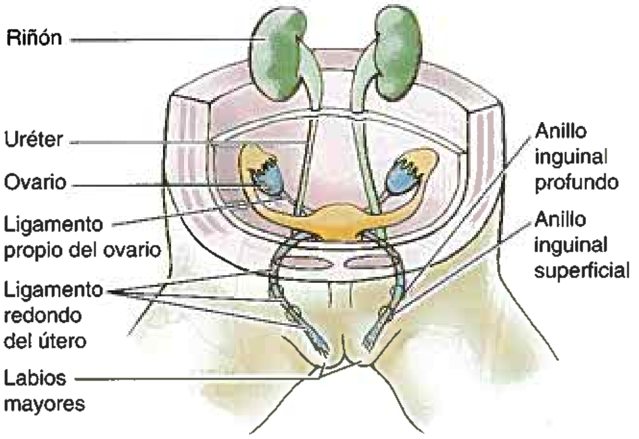

Conducto deferente
Conducto deferente
Cordón espermático
Túnica vaginal del testículo
Vista anterior
Testículo
Corte sagital a la derecha de la línea media

(C) Noveno mes

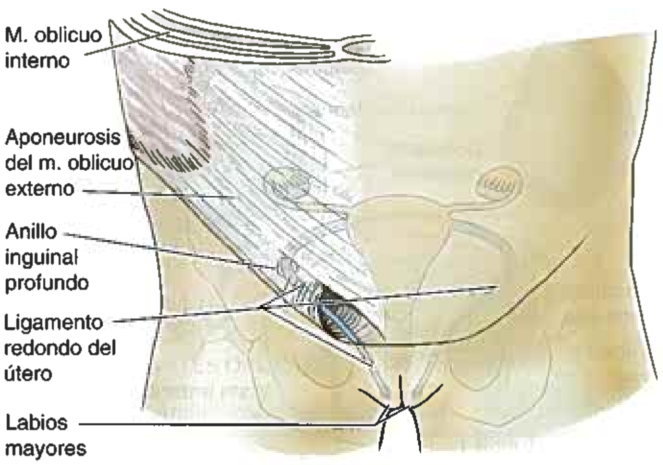
FIGURA 2-16. Formación de los conductos inguinales y reubicación de los testículos. A. En un embrión de 7 semanas, el testículo está fijado a la pared posterior del abdomen. **B.** En el feto de 28 semanas (séptimo mes) se observa el proceso vaginal y el testículo atravesando el conducto inguinal. El testículo pasa posterior al proceso vaginal, no a través de él. **C.** En un recién nacido ya ha tenido lugar el cierre del tallo del proceso vaginal. Los restos del proceso vaginal han formado la túnica vaginal del testículo. El resto del gubernáculo ha desaparecido.


Ovarios primitivos
Conducto paramesonéfrico
Riñón en desarrollo
Conducto mesonéfrico
Gubernáculo superior (pliegue inguinal, se convierte en el ligamento propio del ovario)
Gubernáculo inferior (se convierte en el ligamento redondo del útero)

(A) 2 meses

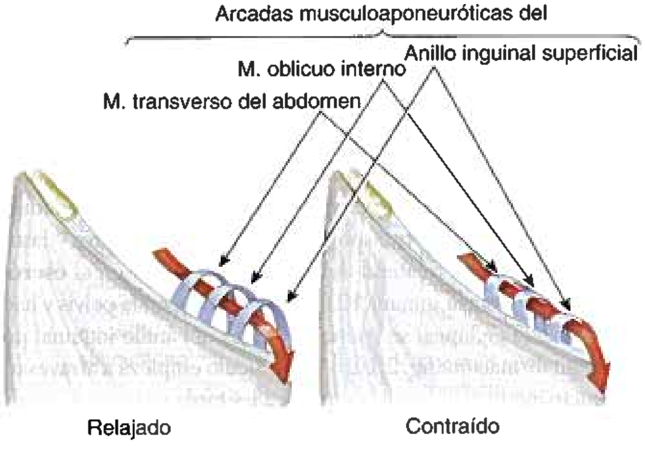

Riñón
Uréter
Ovario
Ligamento propio del ovario
Ligamento redondo del útero
Labios mayores
Anillo inguinal profundo
Anillo inguinal superficial

(B) 15 semanas


M. oblicuo interno
Aponeurosis del m. oblicuo externo
Anillo inguinal profundo
Ligamento redondo del útero
Labios mayores

(C) Recién nacida (madura) **Vista anterior**

FIGURA 2-17. Formación de los conductos inguinales femeninos. **A.** A los 2 meses, las gónadas indiferenciadas (ovarios primitivos) se encuentran en la pared posterior del abdomen. **B.** A las 15 semanas, los ovarios han descendido hasta la pelvis mayor. El proceso vaginal (no representado) pasa a través de la pared del abdomen, formando el conducto inguinal de cada lado como en el feto masculino. El ligamento redondo pasa a través del conducto y se fija al tejido subcutáneo del labio mayor. **C.** En la recién nacida, el proceso vaginal ha degenerado, pero el ligamento redondo persiste y pasa a través del conducto inguinal.


Arcadas musculoaponeuróticas del
Anillo inguinal superficial
M. oblicuo interno
M. transverso del abdomen
Relajado
Contraído

Vista anterior

FIGURA 2-18. Arcadas del conducto inguinal. El conducto inguinal está constituido por una serie de tres arcadas musculoaponeuróticas, atravesadas por el cordón espermático o por el ligamento redondo del útero *(flecha)*. La contracción muscular, que aumenta la presión intraabdominal, también provoca el descenso del techo del conducto, estrechándolo, mientras simultáneamente el conducto se colapsa en sentido anteroposterior a causa del aumento de la presión interna.

del abdomen hace que el techo del conducto descienda, con el consiguiente estrechamiento del conducto (fig. 2-18).

Cordón espermático, escroto y testículos

CORDÓN ESPERMÁTICO

El **cordón espermático** contiene estructuras que se dirigen hacia el testículo y que provienen de él, y suspende el testículo en el escroto (v. fig. 2-19; tabla 2-6). El cordón espermático empieza en el anillo inguinal profundo, lateral a los vasos epigástricos inferiores, pasa a través del conducto inguinal, sale al nivel del anillo inguinal superficial y termina en el escroto, en el borde posterior del testículo. El cordón espermático está rodeado por cubiertas fasciales derivadas de la pared anterolateral del abdomen durante el desarrollo prenatal. Las *cubiertas del cordón espermático* son:

- La **fascia espermática interna:** derivada de la fascia transversal.
- La **fascia cremastérica:** procedente de la fascia de las caras superficial y profunda del músculo oblicuo interno del abdomen.
- La **fascia espermática externa:** derivada de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen y su fascia de revestimiento.

La fascia cremastérica contiene haces del **músculo cremáster,** el cual está formado por los fascículos más inferiores del músculo oblicuo interno del abdomen que surgen del ligamento inguinal (v. figs. 2-8 y 2-15A). El músculo cremáster eleva el testículo de manera refleja dentro del escroto, en particular en respuesta al frío. En un ambiente cálido, como en un baño caliente, el cremáster se relaja y el testículo desciende profundamente dentro del escroto. Ambas respuestas tienen lugar en un intento de regular la temperatura del testículo para la **espermatogénesis** (formación de espermatozoides), que requiere una temperatura constante de aproximadamente 1 °C por debajo de la temperatura corporal central, o durante la actividad sexual como respuesta protectora. El cremáster actúa en conjunción con el **músculo dartos,** un músculo liso del tejido subcutáneo carente de grasa del escroto (*túnica dartos*), que se inserta en la piel. El dartos ayuda a la elevación testicular al producir la contracción de la piel del escroto en respuesta a esos mismos estímulos. El cremáster está inervado por el **ramo genital del nervio genitofemoral** (L1, L2), un derivado del *plexo lumbar* (fig. 2-19). El cremáster es un músculo estriado, con inervación somática, mientras que el dartos es un músculo liso que recibe inervación autónoma. El ligamento redondo de la mujer, aunque está menos desarrollado y a menudo no se distingue, recibe contribuciones similares de las capas de la pared abdominal cuando atraviesa el conducto. Los componentes del cordón espermático son (v. figs. 2-19 y 2-21; tabla 2-6):

- El **conducto deferente,** un tubo muscular con una longitud de aproximadamente 45 cm que conduce los espermatozoides desde el epidídimo al conducto eyaculador.
- La **arteria testicular,** que se origina en la aorta e irriga el testículo y el epidídimo.
- La **arteria del conducto deferente,** que se origina en la arteria vesical inferior.
- La *arteria cremastérica,* que se origina en la arteria epigástrica inferior.
- El *plexo venoso pampiniforme,* una red formada por hasta doce venas que convergen superiormente como venas testiculares derecha e izquierda.
- *Fibras nerviosas* simpáticas situadas sobre las arterias, y fibras nerviosas simpáticas y parasimpáticas que discurren sobre el conducto deferente.
- El *ramo genital del nervio genitofemoral,* que inerva el músculo cremáster.
- *Vasos linfáticos* que drenan el testículo y las estructuras íntimamente relacionadas hacia los nódulos linfáticos lumbares.
- El **vestigio del proceso vaginal,** que puede observarse como un tracto fibroso en la porción anterior del cordón espermático que se extiende entre el peritoneo abdominal y la túnica vaginal; puede no detectarse.

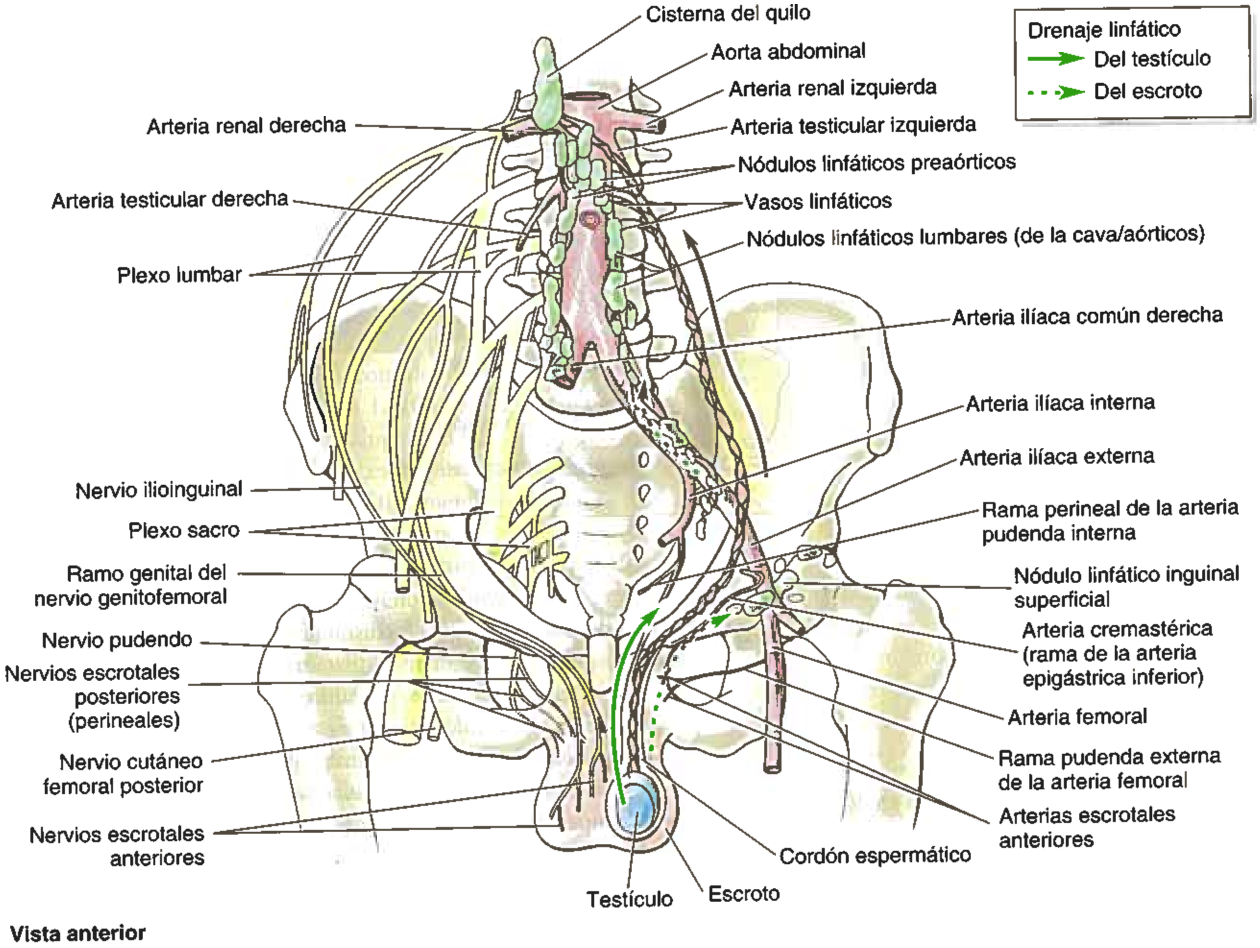
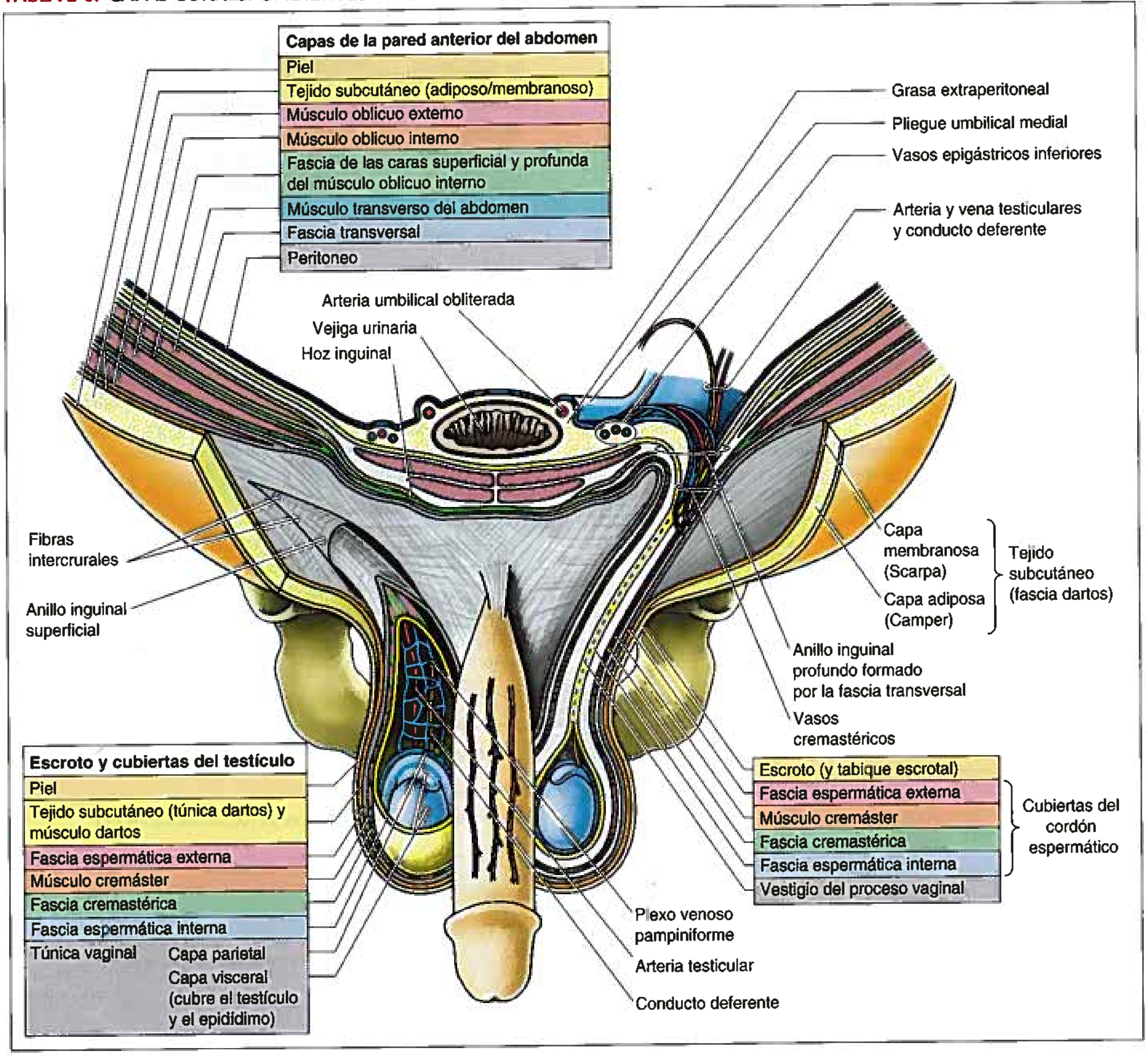

Cisterna del quilo
Aorta abdominal
Arteria renal izquierda
Arteria testicular izquierda
Nódulos linfáticos preaórticos
Vasos linfáticos
Nódulos linfáticos lumbares (de la cava/aórticos)
Drenaje linfático
Del testículo
Del escroto
Arteria renal derecha
Arteria testicular derecha
Plexo lumbar
Arteria ilíaca común derecha
Arteria ilíaca interna
Arteria ilíaca externa
Nervio ilioinguinal
Plexo sacro
Rama perineal de la arteria pudenda interna
Ramo genital del nervio genitofemoral
Nódulo linfático inguinal superficial
Arteria cremastérica (rama de la arteria epigástrica inferior)
Nervio pudendo
Nervios escrotales posteriores (perineales)
Arteria femoral
Nervio cutáneo femoral posterior
Rama pudenda externa de la arteria femoral
Nervios escrotales anteriores
Arterias escrotales anteriores
Cordón espermático
Testículo
Escroto
Vista anterior

FIGURA 2-19. **Irrigación arterial y drenaje linfático del testículo y el escroto; inervación del escroto.** El drenaje linfático del testículo y el escroto tiene lugar por distintas vías. El plexo lumbar proporciona la inervación de la cara anterolateral del escroto; el plexo sacro aporta la inervación de la cara posteroinferior.

TABLA 2-6. CAPAS CORRESPONDIENTES DE LA PARED ANTERIOR DEL ABDOMEN, EL ESCROTO Y EL CORDÓN ESPERMÁTICO


Capas de la pared anterior del abdomen
Piel
Tejido subcutáneo (adiposo/membranoso)
Músculo oblicuo externo
Músculo oblicuo interno
Fascia de las caras superficial y profunda del músculo oblicuo interno
Músculo transverso del abdomen
Fascia transversal
Peritoneo
Grasa extraperitoneal
Pliegue umbilical medial
Vasos epigástricos inferiores
Arteria y vena testiculares y conducto deferente
Arteria umbilical obliterada
Vejiga urinaria
Hoz inguinal
Fibras intercrurales
Anillo inguinal superficial
Capa membranosa (Scarpa)
Capa adiposa (Camper)
Tejido subcutáneo (fascia dartos)
Anillo inguinal profundo formado por la fascia transversal
Vasos cremastéricos
Escroto y cubiertas del testículo
Piel
Tejido subcutáneo (túnica dartos) y músculo dartos
Fascia espermática externa
Músculo cremáster
Fascia cremastérica
Fascia espermática interna
Túnica vaginal
Capa parietal
Capa visceral (cubre el testículo y el epidídimo)
Escroto (y tabique escrotal)
Fascia espermática externa
Músculo cremáster
Fascia cremastérica
Fascia espermática interna
Vestigio del proceso vaginal
Cubiertas del cordón espermático
Plexo venoso pampiniforme
Arteria testicular
Conducto deferente

Como el ligamento redondo no es una formación homóloga al cordón espermático, no contiene unas estructuras equiparables. Únicamente incluye vestigios de la porción baja del gubernáculo del ovario y el proceso vaginal.

ESCROTO

El **escroto** es un saco cutáneo formado por dos capas: piel muy *pigmentada* y la **túnica dartos,** estrechamente relacionada con ella, una capa de fascia sin grasa que incluye fibras de músculo liso (*músculo dartos*) que confieren su aspecto rugoso (arrugado) al escroto (v. fig. 2-9B; tabla 2-6). Puesto que el músculo dartos se fija a la piel, su contracción hace que el escroto se arrugue cuando hace frío, lo que engruesa la capa tegumentaria, reduce la superficie escrotal y ayuda al cremáster a mantener los testículos más cerca del cuerpo, y todo ello disminuye la pérdida de calor.

El escroto está dividido internamente en dos compartimientos, derecho e izquierdo, por una continuación de la túnica dartos, el *tabique escrotal*. El tabique está señalado externamente por el *rafe escrotal* (v. cap. 3), una estría cutánea que marca la línea de fusión de las *prominencias labioescrotales* embrionarias. La túnica dartos superficial carece de grasa y se continúa anteriormente con la *capa membranosa de tejido subcutáneo del abdomen* (fascia de Scarpa) y posteriormente con la *capa membranosa de tejido subcutáneo del periné* (fascia de Colles) (v. fig. 2-9B).

El desarrollo del escroto guarda una estrecha relación con la formación de los conductos inguinales. El escroto se desarrolla a partir de las *prominencias labioescrotales*, dos evaginaciones de la pared abdominal que se fusionan para formar una bolsa cutánea colgante. En fases posteriores del período fetal, los testículos y los cordones espermáticos entran en el escroto.

La irrigación arterial del escroto (fig. 2-19) procede de:

- Las **ramas escrotales posteriores de la arteria perineal,** una rama de la arteria pudenda interna.
- Las **ramas escrotales anteriores de la arteria pudenda externa profunda,** una rama de la arteria femoral.
- La **arteria cremastérica,** una rama de la arteria epigástrica inferior.

Las *venas escrotales* acompañan a las arterias. Los vasos linfáticos del escroto drenan en los nódulos linfáticos inguinales superficiales.

Los nervios del escroto (fig. 2-19) incluyen ramos del plexo lumbar para la cara anterior y ramos del plexo sacro para las caras posterior e inferior:

- El *ramo genital del nervio genitofemoral* (L1, L2), que inerva la cara anterolateral.
- Los **nervios escrotales anteriores,** ramos del nervio ilioinguinal (L1), que inervan la cara anterior.
- Los **nervios escrotales posteriores,** ramos del ramo perineal del **nervio pudendo** (S2-4), que inervan la cara posterior.
- Los **ramos perineales del nervio cutáneo femoral posterior** (S2, S3), que inervan la cara posteroinferior.

TESTÍCULOS

Los **testículos** son las gónadas masculinas: glándulas reproductoras ovoides pares, que producen **espermatozoides** y hormonas, principalmente testosterona (fig. 2-20). Los testículos están suspendidos en el escroto por los cordones espermáticos, de forma que el testículo izquierdo suele encontrarse suspendido más abajo que el derecho.

La superficie de cada testículo está cubierta por la **capa visceral de la túnica vaginal,** excepto en la zona donde el testículo se une al epidídimo y al cordón espermático. La **túnica vaginal** es un saco peritoneal cerrado que rodea parcialmente al testículo, y que representa la parte distal cerrada del proceso vaginal embrionario. La capa visceral de la túnica vaginal está íntimamente unida al testículo, al epidídimo y a la porción inferior del conducto deferente. Entre el cuerpo del epidídimo y la cara posterolateral de los testículos se encuentra el **seno del epidídimo,** un receso en forma de hendidura de la túnica vaginal.

La **capa parietal de la túnica vaginal,** adyacente a la fascia espermática interna, es más amplia que la capa visceral y se extiende superiormente, a una corta distancia, por la porción distal del cordón espermático. Una pequeña cantidad de líquido en la cavidad de la túnica vaginal separa las capas visceral y parietal, y permite que el testículo se mueva libremente en el escroto.

Los testículos tienen una superficie externa fibrosa resistente, la **túnica albugínea,** que se engrosa y forma una cresta en su cara posterior interna, el **mediastino testicular** (fig. 2-21). Desde esta cresta interna parten septos fibrosos que se extienden hacia dentro entre lobulillos de **túbulos seminíferos,** minúsculos pero largos y muy enrollados, donde se producen los espermatozoides. Los

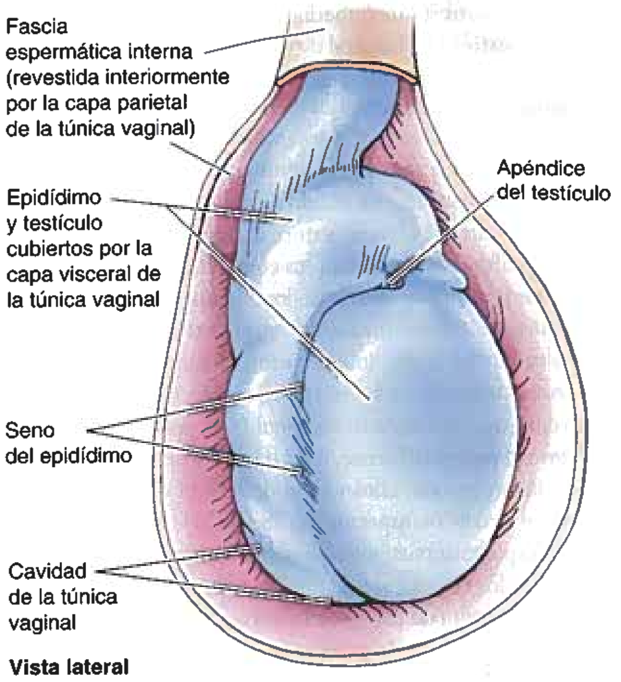

Fascia espermática interna (revestida interiormente por la capa parietal de la túnica vaginal)
Apéndice del testículo
Epidídimo y testículo cubiertos por la capa visceral de la túnica vaginal
Seno del epidídimo
Cavidad de la túnica vaginal
Vista lateral

FIGURA 2-20. Túnica vaginal (abierta). La parte distal del contenido del cordón espermático, el epidídimo, y la mayor parte del testículo, están envueltos por un saco colapsado, la túnica vaginal. En consecuencia, el testículo y el epidídimo —recubiertos directamente por la capa visceral de la túnica— son móviles en el interior del escroto. La capa parietal, externa, reviste la continuación peritesticular de la fascia espermática interna.

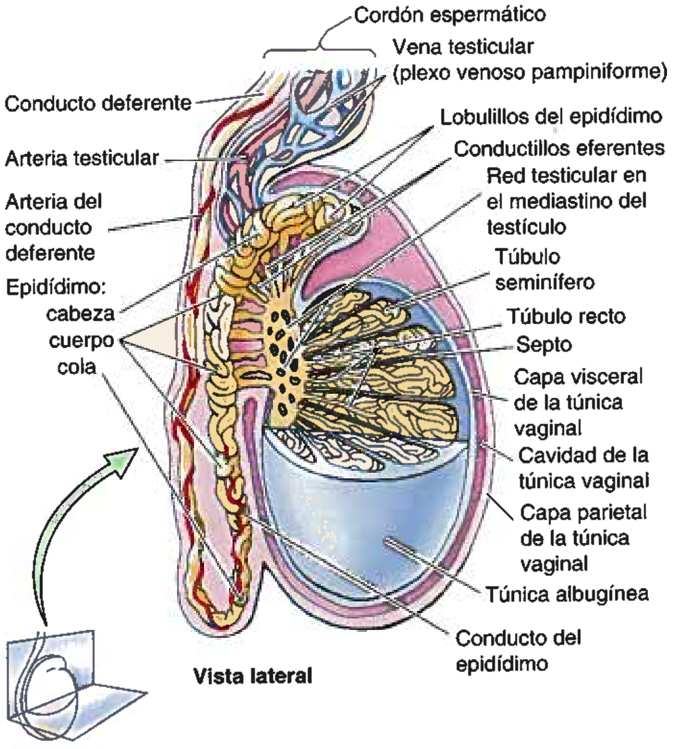

Cordón espermático
Vena testicular (plexo venoso pampiniforme)
Conducto deferente
Lobulillos del epidídimo
Arteria testicular
Conductillos eferentes
Red testicular en el mediastino del testículo
Arteria del conducto deferente
Túbulo seminífero
Epidídimo:
cabeza
cuerpo
cola
Túbulo recto
Septo
Capa visceral de la túnica vaginal
Cavidad de la túnica vaginal
Capa parietal de la túnica vaginal
Túnica albugínea
Conducto del epidídimo
Vista lateral

FIGURA 2-21. Estructuras del testículo y el epidídimo. Se han eliminado las cubiertas del testículo y un cuadrante para mostrar el contenido del cordón espermático distal, características del epidídimo y detalles de la estructura interna del testículo. La cavidad de la túnica vaginal —que en realidad es un espacio virtual— se ha exagerado mucho.

túbulos seminíferos se unen mediante **túbulos seminíferos rectos** a la **red testicular,** una red de conductos en el mediastino del testículo.

Las largas **arterias testiculares** se originan en la cara anterolateral de la *aorta abdominal* justo inferiores a las *arterias renales* (fig. 2-19). Discurren retroperitonealmente (posteriores al peritoneo) en dirección oblicua, cruzando sobre los uréteres y la porción inferior de las arterias ilíacas externas hasta alcanzar los anillos inguinales profundos. Entran en los conductos inguinales a través de los anillos profundos, atraviesan los conductos, los abandonan a través de los anillos superficiales, y entran en el cordón espermático para irrigar los testículos. La arteria testicular, o una de sus ramas, se anastomosa con la *arteria del conducto deferente.*

Las venas que emergen del testículo y el epidídimo forman el **plexo venoso pampiniforme,** una red de entre ocho y doce venas que se sitúan anteriores al conducto deferente y rodean la arteria testicular en el cordón espermático (fig. 2-21). El plexo pampiniforme forma parte del sistema termorregulador del testículo (junto con los músculos cremáster y dartos), que ayuda a mantener constante la temperatura de esta glándula. Las venas del plexo pampiniforme confluyen superiormente, formando la **vena testicular derecha,** que desemboca en la vena cava inferior (VCI), y la **vena testicular izquierda,** que drena en la vena renal izquierda.

El drenaje linfático del testículo acompaña a la arteria y la vena testiculares hasta los **nódulos linfáticos lumbares derechos** e **izquierdos (de la vena cava-aórticos)** y los **nódulos linfáticos preaórticos** (fig. 2-19). Los nervios autónomos del testículo proceden del **plexo nervioso testicular** situado sobre la arteria testicular, que contiene fibras parasimpáticas vagales, fibras aferentes viscerales y fibras simpáticas del segmento T7 de la médula espinal.

EPIDÍDIMO

El **epidídimo** es una estructura alargada, situada en la cara posterior del testículo (fig. 2-20). Los **conductillos eferentes** del testículo transportan, desde la red testicular hacia el epidídimo, los espermatozoides recién formados. El epidídimo está formado por sinuosidades diminutas del **conducto del epidídimo,** tan compactadas que tienen un aspecto macizo (fig. 2-21). El conducto se va volviendo progresivamente más pequeño a medida que pasa desde la cabeza del epidídimo, sobre la parte superior del testículo, hasta su cola. En la **cola del epidídimo** empieza el conducto deferente, como una prolongación del conducto del epidídimo. Durante el largo recorrido de este conducto, los espermatozoides se almacenan y siguen madurando. El epidídimo está formado por:

- **Cabeza:** la porción superior ensanchada, compuesta por lobulillos formados por los extremos enrollados de 12 a 14 *conductillos eferentes.*
- **Cuerpo:** el conducto sinuoso del epidídimo.
- **Cola:** se continúa con el conducto deferente, que transporta los espermatozoides desde el epidídimo al conducto eyaculador para su expulsión a través de la uretra durante la eyaculación (v. cap. 3).

Anatomía de superficie de la pared anterolateral del abdomen

El **ombligo** es un rasgo evidente de la pared anterolateral del abdomen y es el punto de referencia del **plano transumbilical** (fig. 2-22). Esta excavación fruncida de la piel del centro de la pared anterior del abdomen se encuentra típicamente al nivel del disco intervertebral entre las vértebras L3 y L4. Sin embargo, su posición varía con la cantidad de grasa del tejido subcutáneo. El ombligo indica el nivel del dermatoma T10. La **fosa epigástrica** es una ligera depresión de la región epigástrica, justo inferior a la **apófisis xifoides.** Esta fosa es especialmente visible cuando el sujeto se encuentra en posición supina, ya que los órganos abdominales se extienden, tirando posteriormente de la pared anterolateral del abdomen en esta región. El dolor provocado por la pirosis («ardor

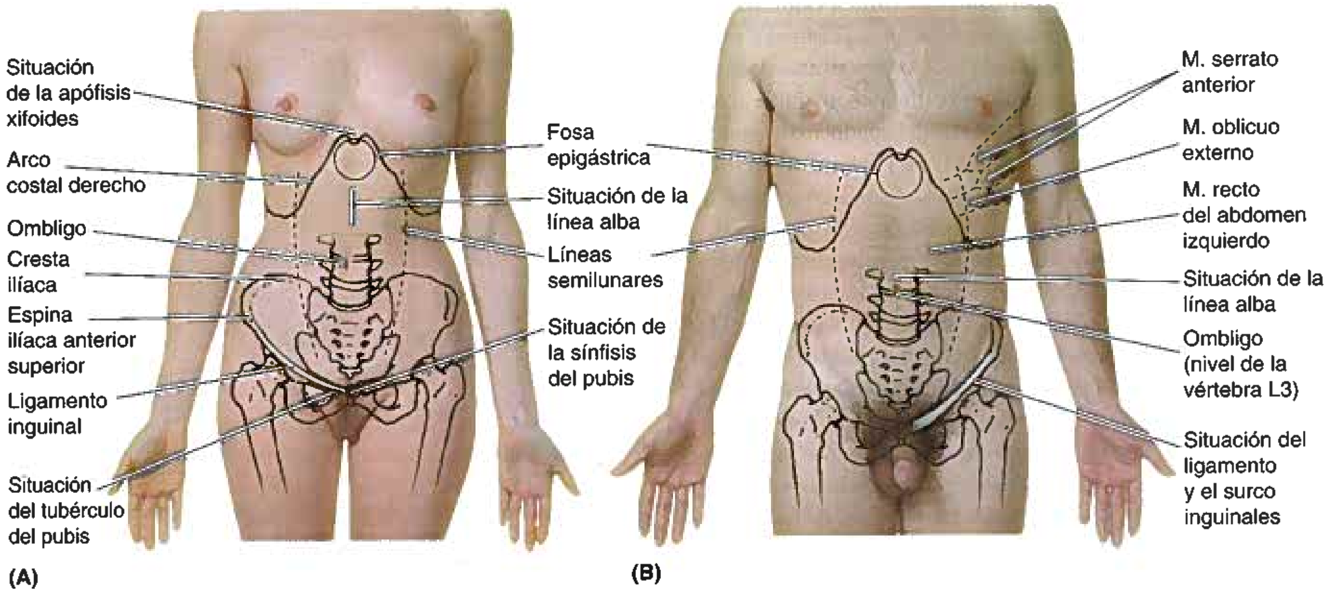

Situación de la apófisis xifoides
Arco costal derecho
Ombligo
Cresta ilíaca
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal
Situación del tubérculo del pubis
(A)
Fosa epigástrica
Situación de la línea alba
Líneas semilunares
Situación de la sínfisis del pubis
(B)
M. serrato anterior
M. oblicuo externo
M. recto del abdomen izquierdo
Situación de la línea alba
Ombligo (nivel de la vértebra L3)
Situación del ligamento y el surco inguinales

FIGURA 2-22. Anatomía de superficie de la pared anterolateral del abdomen.

de estómago», debido al reflujo de ácido gástrico hacia el esófago) suele percibirse en esta zona. Los cartílagos costales 7.º a 10.º se unen a cada lado de la fosa epigástrica; sus bordes mediales forman el *arco costal*. Aunque la cavidad abdominal se extiende más arriba, el arco costal es la divisoria entre las porciones torácica y abdominal de la pared corporal. Cuando una persona se encuentra en posición supina, puede observarse el ascenso y descenso de la pared abdominal con la respiración: superiormente con la inspiración e inferiormente con la espiración. Los músculos rectos del abdomen pueden palparse y observarse cuando se solicita a una persona tumbada que levante la cabeza y los hombros contra resistencia.

La localización de la **línea alba** es visible en individuos delgados gracias al surco vertical de la piel que hay sobre ese rafe. Normalmente el surco es visible debido a que por encima del ombligo la línea alba tiene aproximadamente 1 cm de anchura entre las dos partes del recto del abdomen. Por debajo del ombligo, la línea alba no está señalada por un surco. Algunas mujeres embarazadas, especialmente aquellas con pelo y complexión morena, tienen una línea intensamente pigmentada, la **línea negra,** en la piel de la línea media exterior a la línea alba. Después del embarazo, el color de esta línea se atenúa.

En el extremo inferior de la línea alba pueden notarse los bordes superiores de los huesos púbicos (**cresta del pubis**) y la articulación cartilaginosa que los une (**sínfisis del pubis**). El pliegue inguinal es un surco oblicuo poco profundo que se encuentra por encima del ligamento inguinal en su recorrido entre la **espina ilíaca anterior superior** (EIAS) y el **tubérculo del pubis.** La **cresta ilíaca** ósea, a nivel de la vértebra L4, es fácilmente palpable mientras discurre posteriormente desde la EIAS. La cresta del pubis, los pliegues inguinales y las crestas ilíacas definen el límite inferior de la pared abdominal anterior, separándola centralmente del periné y lateralmente de los miembros inferiores (muslos).

Las **líneas semilunares** son unas marcas lineales de la piel, ligeramente curvas, que se extienden desde el arco costal inferior, cerca de los novenos cartílagos costales hasta los tubérculos púbicos. Estos surcos cutáneos semilunares (5-8 cm desde la línea media) son clínicamente relevantes debido a que son paralelos a los bordes laterales de la vaina de los rectos.

En la piel que se encuentra por encima de las **intersecciones tendinosas** del recto del abdomen también se aprecian surcos, que son claramente visibles en personas con unos rectos bien desarrollados. Los vientres entrelazados de los músculos *serrato anterior* y *oblicuo interno* también son visibles.

La localización del ligamento inguinal está indicada por el **surco inguinal,** un surco de la piel paralelo y justo inferior al ligamento inguinal. El surco puede visualizarse fácilmente haciendo que una persona deje caer la pierna hacia el suelo mientras se encuentra en decúbito sobre la mesa de exploración. El surco inguinal marca la división entre la pared anterolateral del abdomen y el muslo.

CARA INTERNA DE LA PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN Y REGIÓN INGUINAL

Falta de descenso testicular (criptorquidia)

Los testículos no descienden en aproximadamente el 3% de los nacidos a término y en el 30% de los prematuros (Moore y Persaud, 2008). Cerca del 95% de los casos de falta de descenso testicular son unilaterales. Cuando un testículo no ha descendido o no es retraible (puede hacerse descender), el trastorno se conoce como *criptorquidia* (del griego *orchis,* testículo + *kryptos,* oculto). El testículo no descendido suele localizarse en algún punto del recorrido de descenso prenatal normal, habitualmente en el conducto inguinal. La importancia de la criptorquidia radica en que aumenta mucho el riesgo de aparición de neoplasias en el testículo no descendido, lo que resulta especialmente problemático debido a que no es palpable y a que no suele detectarse hasta que el cáncer está avanzado.

Hernia supravesical externa

La *hernia supravesical externa* sale de la cavidad peritoneal a través de la fosa supravesical (fig. 2-13). La hernia tiene una localización medial a la de una hernia inguinal directa (v. el cuadro azul «Hernias inguinales», p. 212). Durante la reparación de esta infrecuente modalidad de hernia, hay peligro de lesionar el nervio iliohipogástrico.

Permeabilidad posnatal de la vena umbilical

Antes del nacimiento, la vena umbilical transporta sangre oxigenada y rica en nutrientes desde la placenta al feto. Aunque normalmente se habla de que la vena umbilical «ocluida» forma el ligamento redondo del hígado, esta vena es permeable durante un cierto tiempo tras el nacimiento, y se utiliza en la *cateterización de la vena umbilical* para la exanguinotransfusión durante el período neonatal, por ejemplo, en lactantes con *eritroblastosis fetal* o *enfermedad hemolítica* del recién nacido (Kleigman *et al.*, 2007).

Metástasis del cáncer de útero en los labios mayores

Las metástasis linfáticas del cáncer tienen lugar casi siempre a lo largo de las vías linfáticas que discurren paralelas al drenaje venoso del órgano en que asienta el tumor primario. Esto también es cierto para el útero, cuyas venas y vasos linfáticos drenan mayoritariamente a través de vías profundas. Sin embargo, algunos vasos linfáticos siguen el curso del ligamento redondo a través del conducto inguinal. Por tanto, aunque no es lo habitual, las células cancerosas uterinas metastásicas (especialmente las procedentes de tumores adyacentes a la inserción proximal del ligamento redondo) pueden diseminarse desde el útero al labio mayor (el homólogo evolutivo del escroto, y lugar de inserción distal del ligamento redondo), y desde allí a los nódulos linfáticos superficiales, que reciben linfa desde la piel del periné (incluidos los labios).

CORDÓN ESPERMÁTICO, ESCROTO Y TESTÍCULO

Hernias inguinales

La mayoría de las hernias abdominales tienen lugar en la región inguinal. Las hernias inguinales suponen el 75 % de las hernias abdominales. Se producen en ambos sexos, pero la mayor parte de las hernias inguinales (aproximadamente el 86 %) tiene lugar en varones, debido al paso del cordón espermático a través del *conducto inguinal*.

Una **hernia inguinal** es una protrusión del peritoneo parietal y de vísceras, como el intestino delgado, a través de un orificio normal o anormal de la cavidad de la cual forman parte. La mayoría de hernias inguinales son reductibles, lo que significa que pueden hacerse volver a su localización normal en la cavidad peritoneal mediante una manipulación adecuada. Existen dos categorías principales de hernia inguinal: las *hernias inguinales indirectas* y *directas;* más de dos terceras partes son hernias indirectas. Las características de las hernias inguinales directas e indirectas se detallan e ilustran en la tabla C2-1, y la anatomía relacionada con ellas se ilustra en la fig. C2-3A a C.

Normalmente, la mayor parte del proceso vaginal se oblitera antes del nacimiento, excepto su parte distal, que forma la túnica vaginal del testículo (tabla 2-6). La porción peritoneal del saco herniario de una hernia inguinal indirecta está formada por el proceso vaginal persistente. Cuando persiste el tallo completo del proceso vaginal, la hernia se extiende en el escroto superiormente a los testículos, formando una hernia inguinal indirecta completa (tabla C2-1).

El *anillo inguinal superficial* puede palparse superolateral al tubérculo del pubis invaginando la piel de la porción superior del escroto con el dedo índice (fig. C2-3D). El dedo del examinador sigue el cordón espermático superolateralmente hacia el anillo inguinal superficial. Si el anillo está dilatado, puede admitir la entrada del dedo sin dolor. En caso de que haya una hernia, cuando se solicita al paciente que tosa se nota una presión súbita en la punta o la yema del dedo del examinador (Swartz, 2006). Sin embargo, como los dos tipos de hernias inguinales salen por el anillo inguinal superficial, la palpación de una presión en esa localización no permite diferenciar entre ambos tipos.

Si se coloca la cara palmar del dedo contra la pared anterior del abdomen, puede percibirse el *anillo inguinal profundo* como una depresión cutánea superior al ligamento inguinal, 2-4 cm superolateral al tubérculo del pubis. Cuando el paciente tose, la detección de una presión contra el dedo con que se explora y una masa en la zona del anillo profundo sugieren una hernia indirecta.

La palpación de una hernia inguinal directa se realiza colocando el dedo índice, el medio, o ambos, sobre el trígono inguinal y pidiendo a la persona que tosa o contraiga el abdomen. Si existe una hernia, se nota una presión contra la yema del dedo. El dedo también puede colocarse en el anillo inguinal superficial; si hay una hernia directa, se nota una presión súbita medial al dedo cuando el sujeto tose o comprime el abdomen.

Reflejo cremastérico

Puede provocarse la contracción del músculo cremáster frotando suavemente la piel de la cara medial de la porción superior del muslo con un hisopo o un depresor lingual. Esta zona de piel está inervada por el *nervio ilioinguinal*. El **reflejo cremastérico** consiste en la rápida elevación del testículo del mismo lado. Este reflejo es muy intenso en los niños; por ello, los reflejos cremastéricos hiperactivos pueden simular un testículo no descendido. El reflejo hiperactivo puede abolirse haciendo que el niño se siente con las piernas cruzadas, en cuclillas; si los testículos han descendido, podrán palparse en el escroto.

Quistes y hernias del conducto de Nuck

En las mujeres puede producirse una hernia inguinal indirecta, aunque es aproximadamente 20 veces más frecuente en los hombres. Cuando el proceso vaginal persiste en las mujeres, forma una pequeña bolsa peritoneal, el *conducto de Nuck*, en el conducto inguinal, que puede extenderse hacia el labio mayor. En las niñas recién nacidas, estos restos pueden aumentar de tamaño y formar quistes en el conducto inguinal. Los quistes pueden protruir en la parte anterior del labio mayor y pueden convertirse en una hernia inguinal indirecta.

Hidrocele del cordón espermático, del testículo o de ambos

La presencia de exceso de líquido en un *proceso vaginal persistente* es un **hidrocele.** Esta anomalía congénita puede asociarse a una hernia inguinal indirecta. La acumulación de líquido procede de la secreción de una cantidad anormal de líquido seroso por parte de la hoja visceral de la túnica vaginal. El tamaño del hidrocele depende de cuánto proceso vaginal persista.

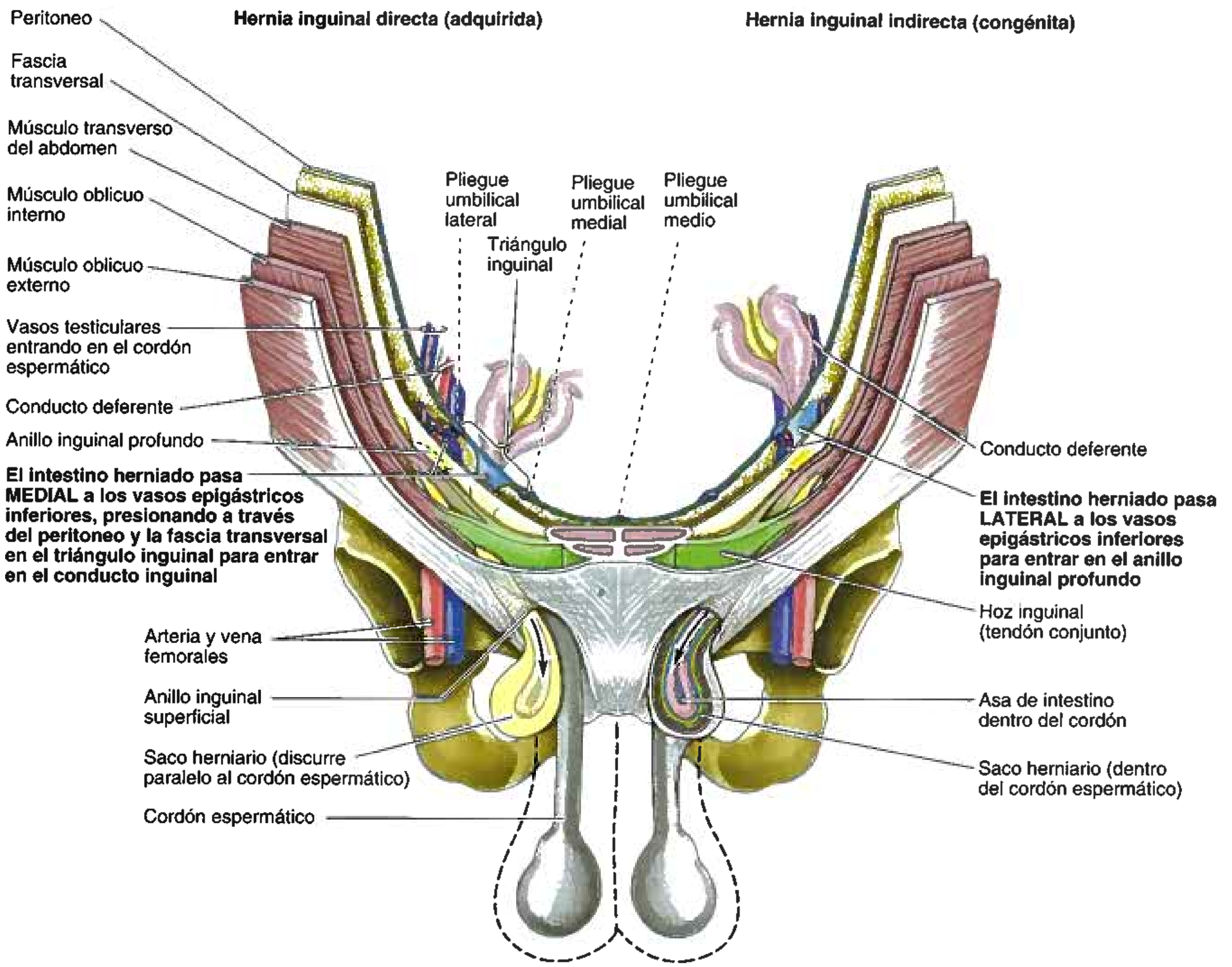
El *hidrocele testicular* está limitado al escroto y distiende la túnica vaginal (fig. C2-4A). El *hidrocele del cordón* está limitado al cordón espermático y distiende la porción persistente del tallo del proceso vaginal (fig. C2-4B). Un hidrocele congénito del cordón y el testículo puede comunicar con la cavidad peritoneal.

Para detectar un hidrocele se utiliza la *transiluminación*, un procedimiento en el cual se aplica una luz intensa en un lado de la tumefacción escrotal, con la habitación oscurecida. La transmisión de la luz en forma de resplandor rojo indica un exceso de líquido seroso en el escroto. Los niños recién nacidos suelen tener líquido peritoneal residual en la túnica vaginal; sin embargo, normalmente este líquido se reabsorbe durante el primer año de vida. Ciertos procesos patológicos, como una lesión y/o inflamación del epidídimo, también pueden producir un hidrocele en los adultos.

Hematocele testicular

Un **hematocele testicular** es una acumulación de sangre en la cavidad de la túnica vaginal debido, por ejemplo, a la rotura de ramas de la arteria testicular por traumatismos

TABLA C2-1. CARACTERÍSTICAS DE LAS HERNIAS INGUINALES


Peritoneo
Hernia inguinal directa (adquirida)
Hernia inguinal indirecta (congénita)
Fascia transversal
Músculo transverso del abdomen
Músculo oblicuo interno
Músculo oblicuo externo
Pliegue umbilical lateral
Triángulo inguinal
Pliegue umbilical medial
Pliegue umbilical medio
Vasos testiculares entrando en el cordón espermático
Conducto deferente
Anillo inguinal profundo
El intestino herniado pasa MEDIAL a los vasos epigástricos inferiores, presionando a través del peritoneo y la fascia transversal en el triángulo inguinal para entrar en el conducto inguinal
Conducto deferente
El intestino herniado pasa LATERAL a los vasos epigástricos inferiores para entrar en el anillo inguinal profundo
Hoz inguinal (tendón conjunto)
Arteria y vena femorales
Anillo inguinal superficial
Asa de intestino dentro del cordón
Saco herniario (discurre paralelo al cordón espermático)
Saco herniario (dentro del cordón espermático)
Cordón espermático

Característica	Directa (adquirida)	Indirecta (congénita)
Factores predisponentes	Debilidad de la pared anterior del abdomen en el triángulo inguinal (p. ej., debido a anillo inguinal superficial distendido, hoz inguinal estrecha o debilidad de la aponeurosis en los varones > 40 años de edad)	Permeabilidad del proceso vaginal (completa o al menos de la porción superior) en personas más jóvenes, en su gran mayoría varones
Frecuencia	Menos frecuente (entre una tercera y una cuarta parte de las hernias inguinales)	Más frecuente (entre dos terceras y tres cuartas partes de las hernias inguinales)
Salida desde la cavidad abdominal (fig. C2-3A y B)	Peritoneo más fascia transversal (se sitúan por fuera de una o dos cubiertas fasciales internas del cordón)	Peritoneo del proceso vaginal persistente más las tres cubiertas fasciales del cordón/ligamento redondo
Recorrido (fig. C2-3C)	Pasa a través o alrededor del conducto inguinal, generalmente atraviesa sólo el tercio medial del conducto inguinal, externa y paralela al vestigio del proceso vaginal	Atraviesa el conducto inguinal (todo el conducto si tiene suficiente tamaño) dentro del proceso vaginal
Salida desde la pared anterior del abdomen	A través del anillo inguinal superficial, lateral al cordón; en raras ocasiones entra en el escroto	A través del anillo inguinal superficial dentro del cordón, entrando habitualmente en el escroto/labio mayor

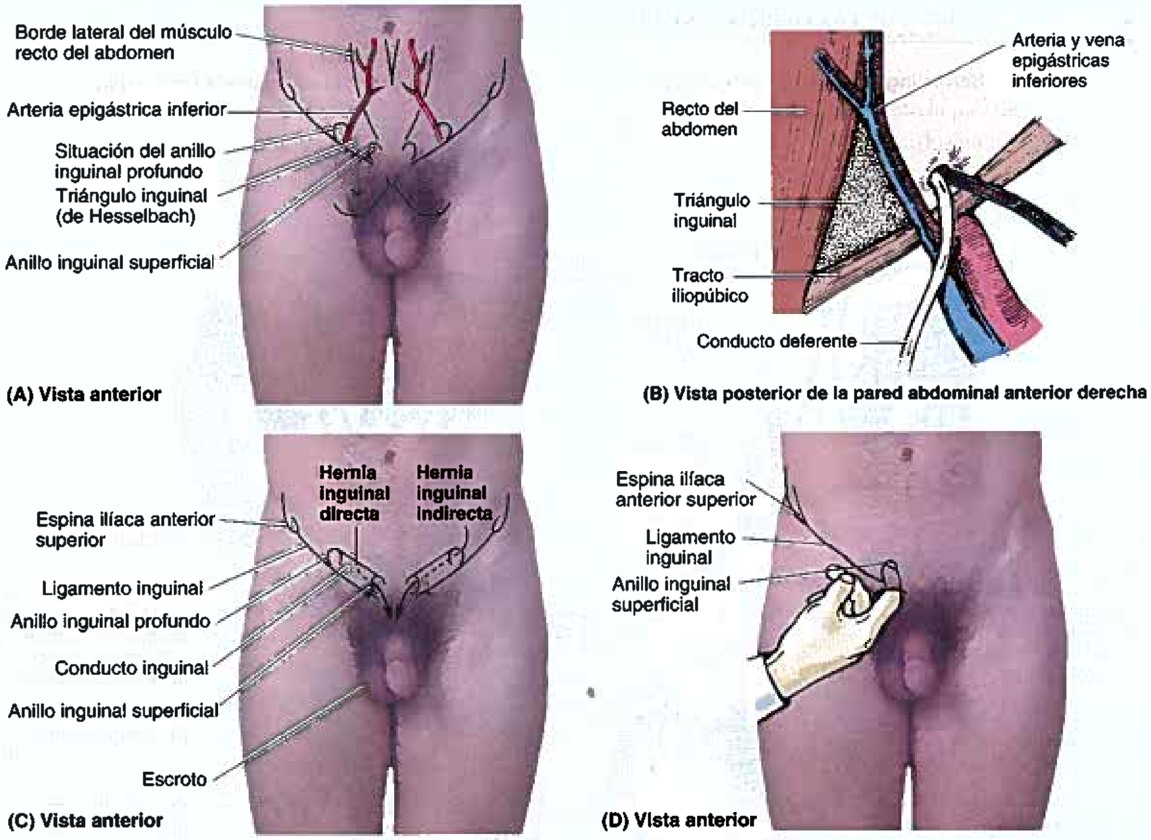

Borde lateral del músculo recto del abdomen
Arteria epigástrica inferior
Situación del anillo inguinal profundo
Triángulo inguinal (de Hesselbach)
Anillo inguinal superficial
(A) Vista anterior
Arteria y vena epigástricas inferiores
Recto del abdomen
Triángulo inguinal
Tracto iliopúbico
Conducto deferente
(B) Vista posterior de la pared abdominal anterior derecha
Hernia inguinal directa
Hernia inguinal indirecta
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal
Anillo inguinal profundo
Conducto inguinal
Anillo inguinal superficial
Escroto
(C) Vista anterior
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal
Anillo inguinal superficial
(D) Vista anterior

FIGURA C2-3.

testiculares (fig. C2-4C). El traumatismo puede provocar un **hematoma** (acumulación de sangre, normalmente coagulada, en cualquier localización extravascular) escrotal, del testículo o de ambas estructuras. La sangre no permite la transiluminación; por lo tanto, con esta técnica puede diferenciarse entre un hematoma o hematocele y un hidrocele. El hematocele testicular puede asociarse con un *hematocele escrotal*, debido al derrame de sangre en los tejidos escrotales.

Torsión del cordón espermático

La **torsión del cordón espermático** es una urgencia quirúrgica, ya que puede provocar necrosis (muerte patológica) del testículo. La torsión obstruye el drenaje venoso, produce edema y hemorragia, y finalmente obstrucción arterial. La torsión suele tener lugar justo por encima del polo superior del testículo (fig. C2-4D). Para evitar las recurrencias o que ocurra en el lado contralateral, lo que es probable, se fijan quirúrgicamente ambos testículos al tabique escrotal.

Anestesia del escroto

Como la cara anterolateral del escroto está inervada por el plexo lumbar (principalmente fibras L1, a través del nervio ilioinguinal) y la cara posteroinferior está inervada por el plexo sacro (principalmente fibras S3 a través del nervio pudendo), para anestesiar la cara anterolateral del escroto hay que

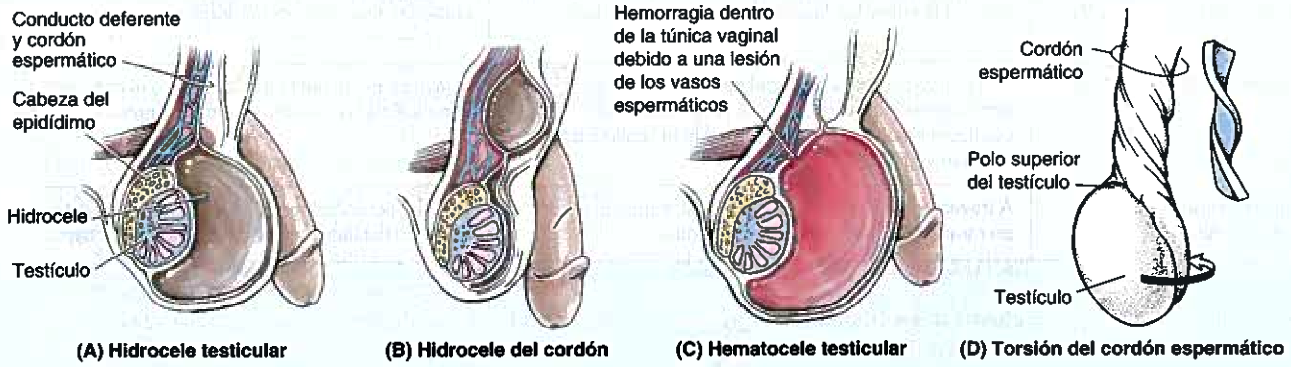

Conducto deferente y cordón espermático
Cabeza del epidídimo
Hidrocele
Testículo
(A) Hidrocele testicular
(B) Hidrocele del cordón
Hemorragia dentro de la túnica vaginal debido a una lesión de los vasos espermáticos
(C) Hematocele testicular
Cordón espermático
Polo superior del testículo
Testículo
(D) Torsión del cordón espermático

FIGURA C2-4.

inyectar el agente anestésico más superiormente que para anestesiar su cara posteroinferior.

Espermatocele y quiste epididimario

Un **espermatocele** es un quiste de retención (acumulación de líquido) en el epidídimo (fig. C2-5A), generalmente cerca de su cabeza. Los espermatoceles contienen un líquido lechoso y suelen ser asintomáticos. Un **quiste epididimario** es una acumulación de líquido en cualquier punto del epidídimo (fig. C2-5B).

Vestigios de los conductos genitales embrionarios

Al abrir la túnica vaginal pueden observarse unas estructuras rudimentarias en las caras superiores de los testículos y epidídimos (fig. C2-6). Estas estructuras son pequeños vestigios de los conductos genitales del embrión. Es muy infrecuente observarlos, a menos que se produzcan cambios patológicos. El **apéndice testicular** es un remanente vesicular del extremo craneal del conducto paramesonéfrico (de Müller), el conducto genital embrionario que formará la mitad del útero en las mujeres. Está fijado al polo superior del testículo. Los *apéndices epididimarios* son remanentes del extremo craneal del conducto mesonéfrico (de Wolff), el conducto genital embrionario que formará parte del conducto deferente en los varones. Los apéndices se fijan en la cabeza del epidídimo.

Varicocele

El plexo venoso pampiniforme puede volverse varicoso (dilatado) y tortuoso, produciendo un **varicocele,** que normalmente sólo es visible cuando el varón está de pie o comprime la prensa abdominal. El aumento de tamaño suele desaparecer cuando la persona se tumba, sobre todo si se eleva el escroto en decúbito supino, de forma que la gravedad puede vaciar las venas. La palpación de un varicocele puede compararse a la sensación que daría una bolsa de gusanos. Los varicoceles pueden deberse a defectos en las válvulas de la vena testicular, pero los problemas en el riñón o la vena renal también pueden distender las venas pampiniformes. El varicocele aparece predominantemente en el lado izquierdo, probablemente debido a que el ángulo agudo que forma la vena testicular derecha al desembocar en la VCI es más favorable al flujo que el ángulo de casi 90° que forma la vena testicular izquierda en su desembocadura, lo que la hace más susceptible a la obstrucción o a la inversión del flujo.

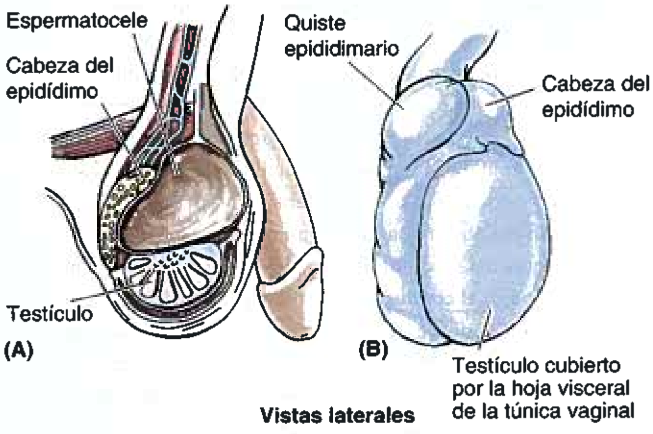


FIGURA C2-5. A. Espermatocele. B. Quiste epididimario.

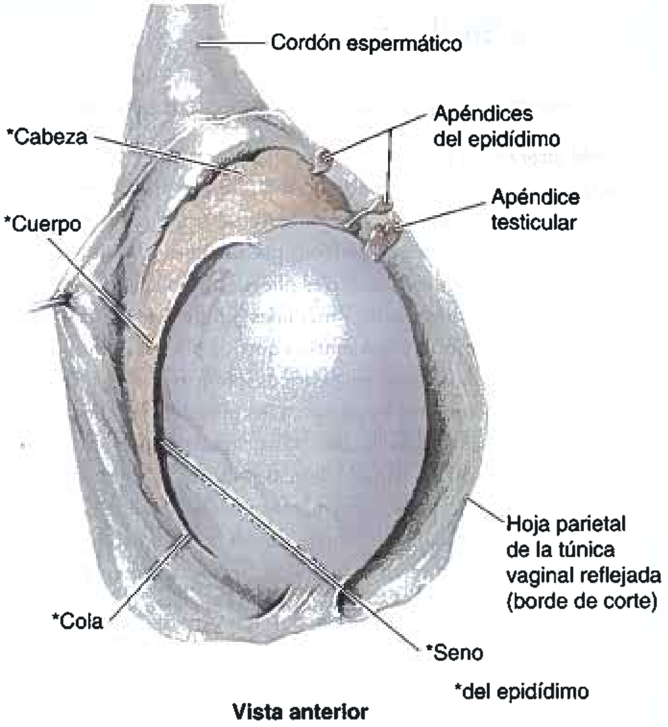


FIGURA C2-6.

Cáncer testicular y escrotal

Las metástasis linfáticas son habituales en todos los tumores testiculares, por lo que el conocimiento del drenaje linfático resulta útil para su tratamiento (Kumar *et al.*, 2005). Dado que los testículos descienden desde la pared abdominal posterior al interior del escroto durante el desarrollo fetal, no tienen el mismo drenaje linfático que el escroto, que es una evaginación de la piel anterolateral del abdomen (v. fig. 2-15). En consecuencia:

- El **cáncer de testículo** metastatiza inicialmente hacia los *nódulos linfáticos lumbares* retroperitoneales, que se encuentran justo inferiores a las venas renales. La diseminación posterior puede dirigirse a los nódulos mediastínicos y supraclaviculares.
- El **cáncer de escroto** metastatiza hacia los *nódulos linfáticos inguinales superficiales*, que se encuentran en el tejido subcutáneo inferior al ligamento inguinal y a lo largo de la porción terminal de la vena safena mayor.

Sin embargo, el cáncer testicular también puede metastatizar hematógenamente (a través de la sangre) en los pulmones, el hígado, el cerebro y los huesos.

Puntos fundamentales

PARED INTERNA DEL ABDOMEN Y REGIÓN INGUINAL

Pared interna del abdomen. Las principales características de la cara interna de la pared anterolateral del abdomen son unos pliegues peritoneales que recubren estructuras e irradian desde el anillo umbilical y las fosas peritoneales formadas en relación a los pliegues. ♦ Los tres pliegues umbilicales centrales (pliegues umbilicales medio y mediales) cubren vestigios de estructuras embrionarias, mientras que los pliegues umbilicales laterales cubren los vasos epigástricos inferiores. ♦ Las fosas peritoneales formadas en relación a los pliegues umbilicales incluyen las fosas supravesicales transicionales, cuya altura cambia en función del llenado vesical, y las fosas inguinales mediales y laterales, que cubren áreas potencialmente débiles de la pared anterior del abdomen, donde pueden producirse hernias inguinales directas e indirectas, respectivamente. ♦ El ligamento falciforme supraumbilical encierra los restos de la vena umbilical embrionaria y las venas paraumbilicales acompañantes (tributarias de la vena porta hepática) en su borde libre.

Región inguinal. La región inguinal se extiende desde la EIAS hasta el tubérculo del pubis; el pliegue inguinal superficial marca el límite entre el abdomen y el miembro inferior. Se encuentra dentro del dermatoma L1. ♦ La mayoría de las estructuras y formaciones de la región inguinal se relacionan con un retináculo doble (bilaminar) formado por el recorrido del ligamento inguinal y el tracto iliopúbico entre dos puntos óseos. Estas dos bandas son engrosamientos de los bordes inferiores de la aponeurosis del oblicuo externo y la fascia transversal sobre la pared abdominal, respectivamente.

Para que el testículo pueda descender prenatalmente a una posición subcutánea que estará más fresca posnatalmente (un requisito para la formación de espermatozoides), el conducto inguinal atraviesa la pared del abdomen, superior y paralelo a la mitad medial del ligamento inguinal. ♦ En el sexo femenino, sólo la porción inferior del gubernáculo cruza el conducto, pasando a ser el ligamento redondo del útero. ♦ El propio conducto inguinal consta de un anillo profundo internamente, un anillo superficial externamente, y dos arcadas musculoaponeuróticas entre ambos. ♦ El conducto oblicuo a través de los anillos y las arcadas se colapsa cuando aumenta la presión intraabdominal. ♦ El colapso del conducto, combinado con la oclusión prenatal de la evaginación peritoneal (proceso vaginal) y la contracción de las arcadas, normalmente resiste la tendencia del contenido abdominal a herniarse (protruir a través) del conducto. ♦ La falta de oclusión del proceso vaginal, defectos anatómicos, o degeneración tisular, pueden determinar la aparición de hernias inguinales.

CORDÓN ESPERMÁTICO, ESCROTO Y TESTÍCULOS

Cordón espermático. Al pasar a través del conducto inguinal, el proceso vaginal, el testículo, el conducto deferente y las estructuras vasculonerviosas del testículo (o el proceso vaginal y el gubernáculo ovárico inferior en las mujeres) quedan englobados en extensiones fasciales derivadas de la mayoría (tres de cuatro) de las láminas que atraviesan. Debido a esto, su recubrimiento es trilaminar. ♦ Las láminas de la fascia transversal, el oblicuo interno y el oblicuo externo contribuyen al cordón espermático con la fascia espermática interna, el músculo y la fascia cremastéricos, y la fascia espermática externa, respectivamente. ♦ Aunque la porción del proceso vaginal que hay dentro del cordón espermático se oblitera, la porción adyacente al testículo se mantiene permeable como la túnica vaginal del testículo. ♦ El contenido del cordón espermático está formado por el conducto deferente y estructuras vasculonerviosas, que acompañaron al testículo en su descenso desde la pared posterior del abdomen durante el desarrollo.

Escroto. El escroto es la bolsa tegumentaria formada a partir de las intumescencias labioescrotales del varón para albergar el testículo tras su descenso. En el escroto, la capa adiposa de tejido subcutáneo de la pared abdominal es sustituida por el músculo liso dartos, mientras que la capa membranosa se continúa como la túnica dartos y el tabique escrotal. ♦ El escroto recibe arterias escrotales anteriores desde el muslo (a través de la arteria pudenda externa), arterias escrotales posteriores desde el periné (arteria pudenda interna), e internamente arterias cremastéricas desde el abdomen (arteria epigástrica inferior). ♦ Los nervios escrotales anteriores proceden del plexo lumbar (a través de los nervios genitofemoral e ilioinguinal) y los nervios escrotales posteriores del plexo sacro (a través del nervio pudendo).

Testículo. El testículo es la gónada masculina, con la forma y el tamaño de una aceituna grande o una ciruela pequeña, que produce espermatozoides y hormonas masculinas. ♦ El testículo está englobado, excepto posterior y superiormente, por una bolsa serosa bilaminar, la túnica vaginal, derivada del peritoneo. ♦ La cara externa del testículo está cubierta por la túnica albugínea, fibrosa, que se engrosa interna y posteriormente como el mediastino del testículo, del que irradian los tabiques. ♦ Entre los tabiques hay asas de delgados túbulos seminíferos, donde se forman los espermatozoides. Los túbulos convergen y drenan en la red testicular del mediastino, que a su vez está conectada al epidídimo por los conductillos eferentes. ♦ La inervación, la vascularización y el drenaje linfático del testículo reflejan el origen abdominal del órgano, y en su mayoría son independientes del saco escrotal que le rodea. ♦ El epidídimo está formado por el conducto, muy plegado y compacto, del epidídimo, que va desde los conductillos eferentes al conducto deferente; es el lugar donde se almacenan y maduran los espermatozoides. El epidídimo se adhiere a las caras superior y posterior del testículo, más protegidas.

PERITONEO Y CAVIDAD PERITONEAL

El **peritoneo** es una membrana serosa transparente, continua, resbaladiza y brillante. Recubre la cavidad abdominopélvica y envuelve las vísceras (fig. 2-23). El peritoneo está formado por dos hojas continuas: el *peritoneo parietal*, que tapiza la superficie interna de la pared abdominopélvica, y el *peritoneo visceral*, que reviste vísceras como el estómago y los intestinos. Las dos hojas del peritoneo están constituidas por *mesotelio*, una capa de células epiteliales escamosas simples.

El **peritoneo parietal** tiene la misma vascularización sanguínea y linfática, y la misma inervación somática, que la región de la pared que tapiza. Al igual que la piel suprayacente, el peritoneo que recubre el interior de la pared corporal es sensible a la presión, el dolor, el calor, el frío y la laceración. El dolor del peritoneo parietal generalmente está bien localizado, excepto el de la cara inferior de la porción central del diafragma, cuya inervación procede de los nervios frénicos (que se comentarán más adelante en el presente capítulo); la irritación en esa zona se refiere a menudo a los dermatomas C3-5, sobre el hombro.

El **peritoneo visceral** y los órganos que recubre cuentan con la misma vascularización sanguínea y linfática, y la misma inervación visceral. El peritoneo visceral es insensible al tacto, el calor, el frío y la laceración, y es estimulado principalmente por estiramiento e irritación química. El dolor del peritoneo visceral se localiza mal y es referido a los dermatomas de los ganglios sensitivos de los nervios espinales que aportan las fibras sensitivas, especialmente a las porciones de la línea media de dichos dermatomas. Por ello, el dolor de las estructuras derivadas del intestino anterior suele notarse en la región epigástrica; el de las procedentes del intestino medio, en la región umbilical; y el de las derivadas del intestino posterior, en la región púbica.

El peritoneo y las vísceras están en la cavidad abdominopélvica. La relación de las vísceras con el peritoneo es la siguiente:

- Los *órganos intraperitoneales* están casi totalmente cubiertos por peritoneo visceral (p. ej., el bazo y el estómago). En este caso, *intraperitoneal no* significa dentro de la cavidad peritoneal (aunque este término se utiliza clínicamente para las sustancias que se inyectan en dicha cavidad). Los órganos intraperitoneales conceptualmente, si no literalmente, se invaginan en un saco cerrado, como cuando se presiona un globo inflado con el puño (v. la exposición sobre espacios potenciales en Introducción).
- Los *órganos extraperitoneales*, *retroperitoneales* y *subperitoneales* están fuera de la cavidad peritoneal —externos respecto al peritoneo parietal— y sólo están cubiertos parcialmente por el peritoneo (en general, en una de sus caras). Los órganos retroperitoneales, como los riñones, se encuentran entre el peritoneo parietal y la pared posterior del abdomen, y tienen peritoneo parietal sólo en sus caras anteriores (a menudo con una cantidad variable de tejido adiposo interpuesto). De forma parecida, la vejiga urinaria, subperitoneal, únicamente presenta peritoneo parietal en su cara superior.

La **cavidad peritoneal** se encuentra dentro de la cavidad abdominal y se continúa inferiormente en el interior de la cavidad pélvica. La cavidad peritoneal es un espacio potencial, del grosor de un cabello, entre las hojas parietal y visceral del peritoneo. En la cavidad peritoneal no hay órganos, pero contiene una fina película de **líquido peritoneal,** que está compuesto por agua, electrólitos y otras sustancias procedentes del líquido intersticial de los tejidos

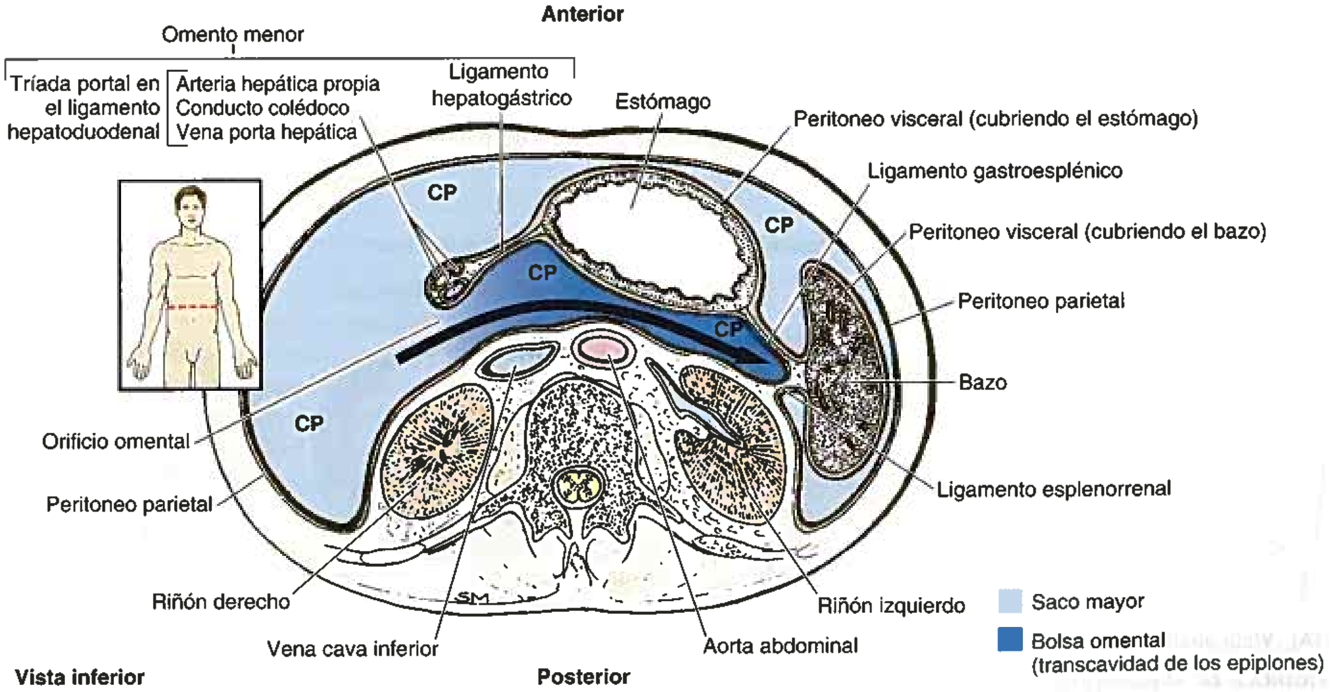

Anterior
Omento menor
Tríada portal en el ligamento hepatoduodenal
Arteria hepática propia
Conducto colédoco
Vena porta hepática
Ligamento hepatogástrico
Estómago
Peritoneo visceral (cubriendo el estómago)
Ligamento gastroesplénico
Peritoneo visceral (cubriendo el bazo)
Peritoneo parietal
Bazo
Ligamento esplenorrenal
CP
CP
CP
CP
CP
Orificio omental
Peritoneo parietal
Riñón derecho
SM
Vena cava inferior
Aorta abdominal
Riñón izquierdo
Saco mayor
Bolsa omental (transcavidad de los epiplones)
Vista inferior
Posterior

FIGURA 2-23. Sección transversal del abdomen a nivel de la bolsa omental. La ilustración orientativa *(recuadro)* muestra el nivel de corte en la superficie. La *flecha* pasa desde el saco mayor de la cavidad peritoneal (CP) a través del orificio omental (epiploico) y recorre toda la bolsa omental (transcavidad de los epiplones).

adyacentes. El líquido peritoneal lubrica las superficies peritoneales y facilita así que las vísceras se desplacen unas sobre otras sin fricciones, lo cual permite los movimientos de la digestión. Por otra parte, el líquido peritoneal contiene leucocitos y anticuerpos que combaten las infecciones. El líquido peritoneal es absorbido por vasos linfáticos, sobre todo en la cara inferior del diafragma, que siempre se encuentra activo. La cavidad peritoneal está completamente cerrada en el hombre. Sin embargo, en la mujer hay una vía de comunicación con el exterior a través de las trompas uterinas, la cavidad uterina y la vagina. Esta comunicación constituye una posible vía de infección desde el exterior.

Embriología de la cavidad peritoneal

Cuando se forma inicialmente, el intestino tiene la misma longitud que el cuerpo en desarrollo. Sin embargo, sufre un crecimiento exuberante para proporcionar la gran superficie de absorción necesaria para la nutrición. Hacia el final de la 10.ª semana del desarrollo, el intestino es mucho más largo que el cuerpo que lo contiene. Para que pueda tener lugar este aumento de longitud, el intestino debe disponer de libertad de movimientos respecto a la pared corporal desde estadios tempranos, aunque sin perder la conexión con ella, necesaria para su inervación e irrigación. Este crecimiento (y posteriormente la actividad intestinal) se hace posible por el desarrollo de una cavidad serosa dentro del tronco que aloja, en un espacio relativamente compacto, un intestino cada vez más largo y replegado. La velocidad de crecimiento del intestino supera inicialmente el ritmo con que se forma un espacio adecuado dentro del tronco (cuerpo), y durante un tiempo, el intestino en rápida elongación se extiende por fuera de la pared corporal anterior en formación (v. el cuadro azul «Breve revisión de la rotación embrionaria del intestino medio», p. 258).

En etapas iniciales de su desarrollo, la cavidad corporal embrionaria (*celoma intraembrionario*) está recubierta de *mesodermo*, el primordio del peritoneo. En una fase ligeramente posterior, la cavidad abdominal primitiva está recubierta de *peritoneo parietal* derivado del mesodermo, que forma un saco cerrado. La luz del saco peritoneal es la *cavidad peritoneal*. A medida que se desarrollan los órganos, se invaginan (protruyen) en grado variable en el saco peritoneal, adquiriendo una cubierta de peritoneo, el *peritoneo visceral*. Una víscera (órgano) como el riñón sólo protruye parcialmente en la cavidad peritoneal; por ello, es primariamente retroperitoneal, manteniéndose siempre externo a la cavidad peritoneal y posterior al peritoneo que recubre la cavidad abdominal. Otras vísceras, como el estómago y el bazo, protruyen completamente dentro del saco peritoneal y están casi totalmente recubiertos de peritoneo viscera, es decir, son *intraperitoneales*.

Estas vísceras están conectadas a la pared abdominal por un *mesenterio* de longitud variable, que está compuesto por dos hojas de peritoneo y una fina capa de tejido conectivo laxo situada entre ambas. Generalmente, las vísceras cuya forma y tamaño varían relativamente poco, como los riñones, son retroperitoneales, mientras que las vísceras sometidas a cambios notables de forma a causa del llenado, el vaciado o el peristaltismo, como el estómago, están recubiertas de peritoneo visceral. Las vísceras intraperitoneales que tienen mesenterio, como la mayoría del intestino delgado, son móviles, y el grado de movilidad depende de la longitud del mesenterio. A pesar de que el hígado y el bazo no cambian de forma a causa de su actividad intrínseca (aunque pueden cambiar lentamente de tamaño cuando se llenan de sangre), la existencia de un recubrimiento de peritoneo visceral se justifica por la necesidad de adaptarse a los cambios pasivos de posición provocados por una estructura adyacente tan activa como el diafragma.

A medida que los órganos protruyen en el saco peritoneal, sus vasos, nervios y linfáticos siguen conectados a sus orígenes o destinos extraperitoneales (generalmente retroperitoneales), de forma que estas estructuras de conexión se sitúan entre las hojas de peritoneo que constituyen sus mesenterios. Inicialmente, todo el intestino primitivo está suspendido en el centro de la cavidad peritoneal por un mesenterio posterior que se inserta en la línea media de la pared corporal posterior. A medida que los órganos crecen, van reduciendo gradualmente el espacio de la cavidad peritoneal, hasta que ésta es únicamente un espacio potencial entre las hojas parietal y visceral del peritoneo. Como consecuencia de ello, varias porcio-

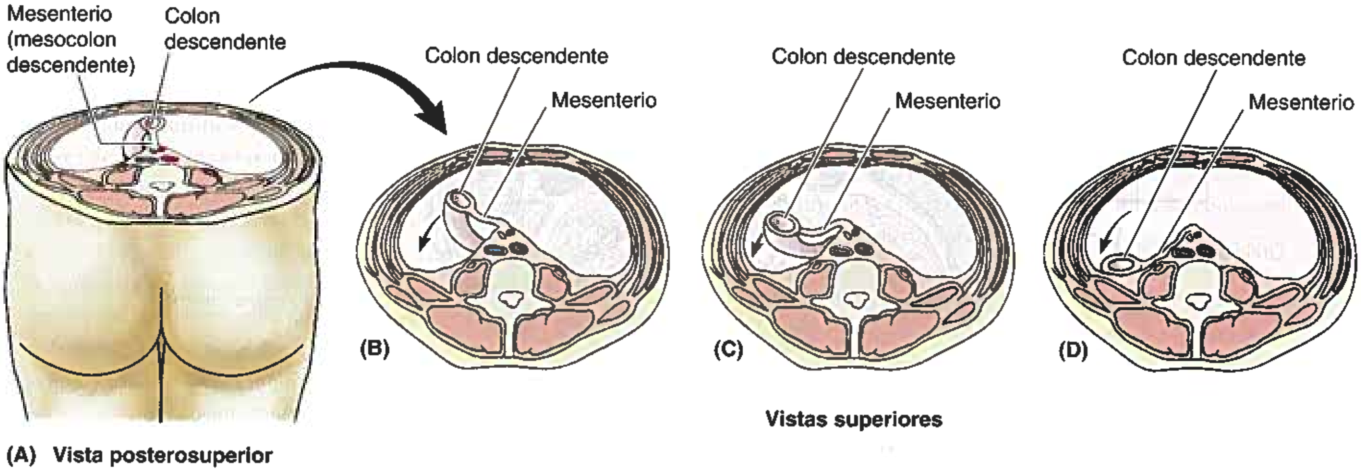


FIGURA 2-24. Migración y fusión del mesocolon descendente. A partir de su posición original, suspendido en la línea media de la pared posterior del abdomen **(A)**, el mesocolon se desplaza hacia la izquierda **(B)** y se fusiona gradualmente con el peritoneo parietal posterior izquierdo **(C)**. **D.** El colon descendente ha pasado a ser secundariamente retroperitoneal. La *flecha* señala el surco paracólico izquierdo, el lugar donde se efectúa una incisión durante la movilización del colon en el curso de una intervención quirúrgica. En ocasiones, el colon descendente conserva un corto mesenterio, similar al estadio que se muestra en C, especialmente en el colon situado en la fosa ilíaca.

nes de intestino se encuentran en contacto con la pared posterior del abdomen, y sus mesenterios posteriores se van acortando poco a poco debido a la presión de los órganos suprayacentes (fig. 2-24). Por ejemplo, durante el desarrollo, la masa de intestino delgado plegada y en crecimiento empuja hacia la izquierda la parte del intestino que dará lugar al colon descendente, y comprime su mesenterio sobre la pared posterior del abdomen. El mesenterio se mantiene allí hasta que la hoja de peritoneo que formó el lado izquierdo del mesenterio y la parte del peritoneo visceral del colon situada sobre la pared corporal se fusionan con el peritoneo parietal de la pared corporal. El resultado es que el colon queda fijado en el lado izquierdo a la pared posterior del abdomen y el peritoneo únicamente cubre su cara anterior. De este modo, el colon descendente (así como el colon ascendente del lado derecho) ha pasado a ser *secundariamente retroperitoneal,* tras haber sido inicialmente intraperitoneal.

Las hojas de peritoneo fusionadas forman ahora una **fascia de fusión,** un plano de tejido conectivo en el cual siguen encontrándose los nervios y vasos del colon descendente. De este modo, el colon descendente del adulto puede liberarse de la pared corporal posterior (movilización quirúrgica) seccionando el peritoneo a lo largo del borde lateral del colon descendente y, a continuación, diseccionando simplemente a lo largo del plano de la fascia de fusión, elevando las estructuras vasculonerviosas desde la pared corporal posterior hasta alcanzar la línea media. El colon ascendente puede movilizarse de forma parecida en el lado derecho.

Varias partes del tubo digestivo y los órganos asociados se convierten en secundariamente retroperitoneales (p. ej., la mayor parte del duodeno y el páncreas, así como las porciones ascendente y descendente del colon). Únicamente están recubiertos por peritoneo en su cara anterior. Otras partes de las vísceras (p. ej., el colon sigmoide y el bazo) conservan un mesenterio relativamente corto. Sin embargo, las raíces de los cortos mesenterios ya no están fijadas a la línea media, sino que se desplazan hacia la derecha o hacia la izquierda por un proceso de fusión similar al que se ha descrito para el colon descendente.

Estructuras peritoneales

La cavidad peritoneal tiene una forma compleja, debido en parte a que:

- La cavidad peritoneal alberga una gran longitud de intestino, la mayoría recubierto por peritoneo.
- Para conducir las estructuras vasculonerviosas necesarias desde la pared corporal a las vísceras, se precisan amplias continuidades entre el peritoneo parietal y visceral.
- Aunque el volumen de la cavidad abdominal es sólo una fracción del volumen corporal, el peritoneo parietal y visceral que reviste la cavidad peritoneal tiene una superficie mucho mayor que la superficie exterior del cuerpo (piel); por ello, el peritoneo está muy replegado.

Para describir las partes del peritoneo que conectan órganos con otros órganos o con la pared abdominal, y para describir los compartimientos y recesos que se forman, se utilizan diversos términos.

Un **mesenterio** es una doble capa de peritoneo que se produce por una invaginación del peritoneo por parte de un órgano, y constituye una continuidad del peritoneo visceral y parietal. Proporciona un medio de comunicación vasculonerviosa entre el órgano y la pared corporal (fig. 2-25A y E). Un mesenterio conecta un órgano intraperitoneal con la pared corporal —normalmente la pared posterior del abdomen (p. ej., el mesenterio del intestino delgado).

El mesenterio del intestino delgado suele denominarse simplemente «el mesenterio»; sin embargo, los mesenterios relacionados con otras partes específicas del tubo digestivo adoptan el nombre correspondiente; p. ej., *mesocolon transverso* y *sigmoide* (fig. 2-25B), *mesoesófago, mesogastrio* y *mesoapéndice*. Los mesenterios tienen una parte central de tejido conectivo que contiene vasos sanguíneos y linfáticos, nervios, grasa y nódulos linfáticos (v. fig. 2-48A).

Un **omento** (o epiplón) es una prolongación o un pliegue bilaminar de peritoneo que se extiende desde el estómago y la porción proximal del duodeno hasta órganos adyacentes de la cavidad abdominal (fig. 2-25):

- El **omento mayor** es un pliegue peritoneal grande, de cuatro capas, que cuelga como un delantal desde la curvatura mayor del estómago y la porción proximal del duodeno (fig. 2-25A, C y E). Tras descender, se pliega hacia atrás y se une a la cara anterior del colon transverso y a su mesenterio.
- El **omento menor** es un pliegue peritoneal mucho más pequeño, de dos capas, que conecta la curvatura menor del estómago y la porción proximal del duodeno con el hígado (fig. 2-25B y D). También conecta el estómago y una tríada de estructuras que discurren entre el duodeno y el hígado en el borde libre del omento menor (v. fig. 2-23).

Un **ligamento peritoneal** está constituido por una doble capa de peritoneo que conecta un órgano con otro o con la pared abdominal.

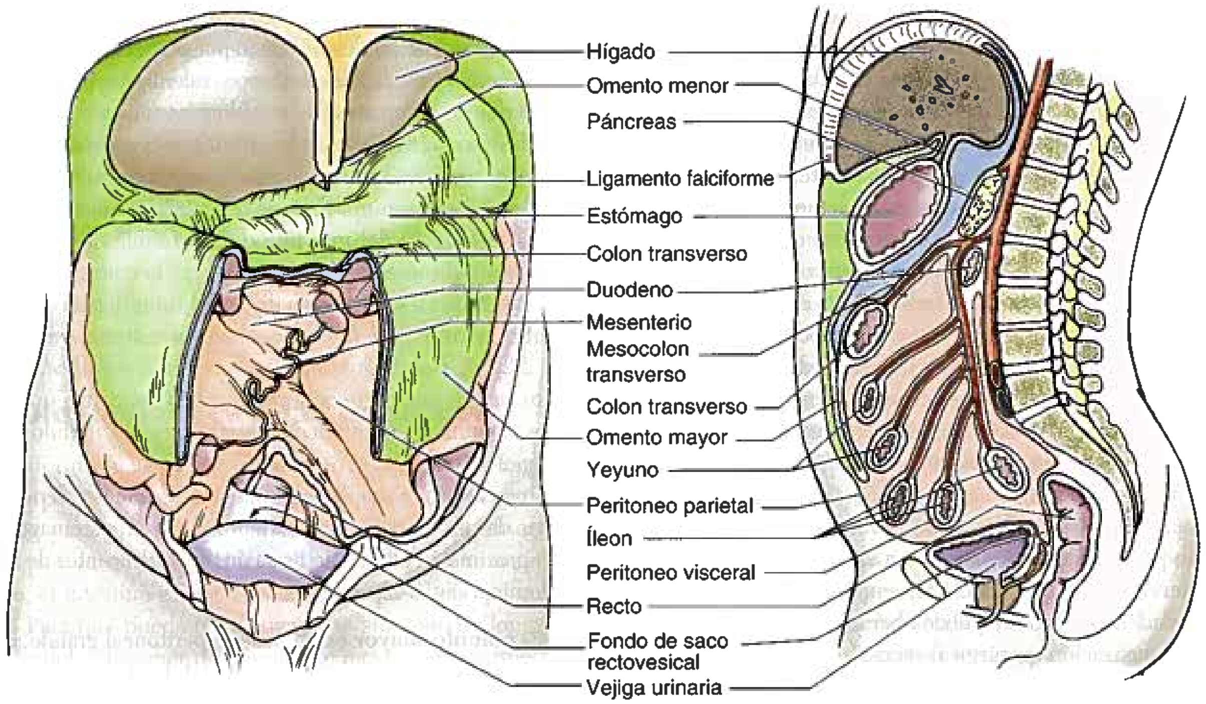
El hígado está conectado con:

- La pared anterior del abdomen mediante el **ligamento falciforme** (fig. 2-26).
- El estómago mediante el **ligamento hepatogástrico,** la porción membranosa del omento menor.
- El duodeno por el **ligamento hepatoduodenal,** el borde libre engrosado del omento menor, que contiene la *tríada portal:* la vena porta hepática, la arteria hepática propia y el conducto colédoco (v. figs. 2-23 y 2-26).

Los ligamentos hepatogástrico y hepatoduodenal son partes continuas del omento menor; únicamente se individualizan con fines descriptivos.

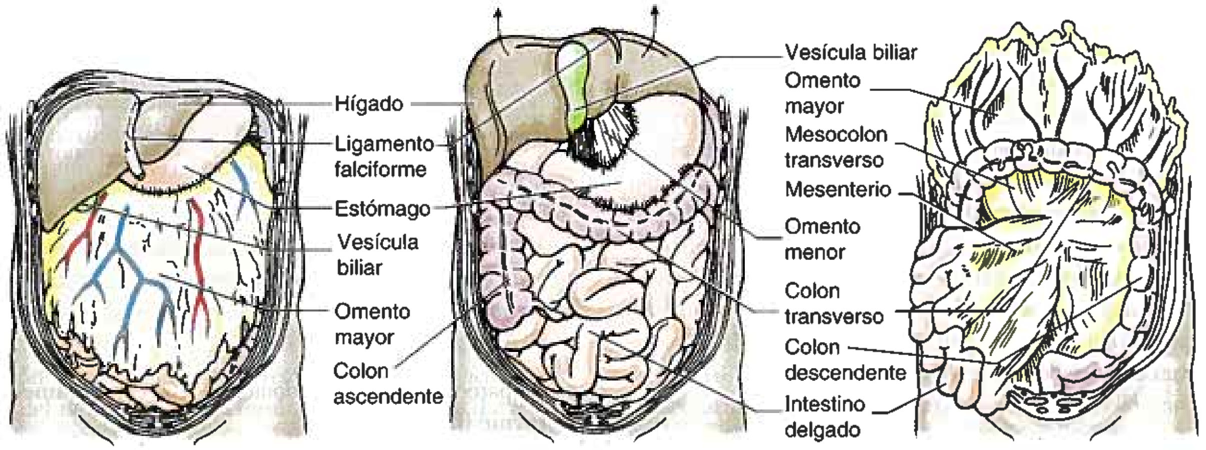
El estómago está conectado con:

- La cara inferior del diafragma por el **ligamento gastrofrénico.**
- El bazo mediante el **ligamento gastroesplénico,** que se refleja en el hilio del bazo.
- El colon transverso mediante el **ligamento gastrocólico,** la porción en delantal del omento mayor, que desciende desde la curvatura mayor del estómago, cambia de sentido, y luego asciende hasta el colon transverso.


Hígado
Omento menor
Páncreas
Ligamento falciforme
Estómago
Colon transverso
Duodeno
Mesenterio
Mesocolon transverso
Colon transverso
Omento mayor
Yeyuno
Peritoneo parietal
Íleon
Peritoneo visceral
Recto
Fondo de saco rectovesical
Vejiga urinaria

(A) Vista anterior

(B) Vista lateral izquierda


Hígado
Ligamento falciforme
Estómago
Vesícula biliar
Omento mayor
Colon ascendente
Vesícula biliar
Omento mayor
Mesocolon transverso
Mesenterio
Omento menor
Colon transverso
Colon descendente
Intestino delgado

(C) **(D)** **(E)**

Vistas anteriores

FIGURA 2-25. Principales estructuras del peritoneo. A. En esta cavidad peritoneal abierta se han eliminado partes del omento mayor, del colon transverso y del intestino delgado con su mesenterio para mostrar estructuras profundas y las capas de las estructuras mesentéricas. El mesenterio del yeyuno y el íleon (intestino delgado) y del mesocolon sigmoide se ha seccionado junto a sus inserciones parietales. **B.** Sección sagital media de la cavidad abdominopélvica de un varón que muestra las relaciones de las inserciones peritoneales. **C.** Se muestra el omento mayor en su posición «normal», recubriendo la mayoría de las vísceras abdominales. **D.** El omento menor, que fija el hígado a la curvatura menor del estómago, se observa tras reflejar hacia arriba el hígado y la vesícula biliar. Se ha resecado el omento mayor desde la curvatura mayor del estómago y el colon transverso para mostrar los intestinos. **E.** El omento mayor se ha reflejado hacia arriba y se ha retraído el intestino delgado hacia el lado derecho para revelar el mesenterio del intestino delgado y el mesocolon transverso.

Todas estas estructuras presentan una inserción continua a lo largo de la curvatura mayor del estómago, y forman parte del omento mayor; se individualizan únicamente a efectos descriptivos.

Aunque los órganos intraperitoneales están cubiertos casi completamente por peritoneo visceral, cada órgano debe tener un área que no esté cubierta para permitir la entrada y salida de las estructuras vasculonerviosas. Éstas se denominan **áreas desnudas,** y se forman en relación con las inserciones de las estructuras peritoneales a los órganos, como los mesenterios, omentos y ligamentos que transportan las estructuras vasculonerviosas.

Un **pliegue peritoneal** es una reflexión del peritoneo que se eleva desde la pared corporal por la presencia de los vasos sanguíneos, conductos y vasos fetales obliterados subyacentes (p. ej., los *pliegues umbilicales* de la cara interna de la pared anterolateral del

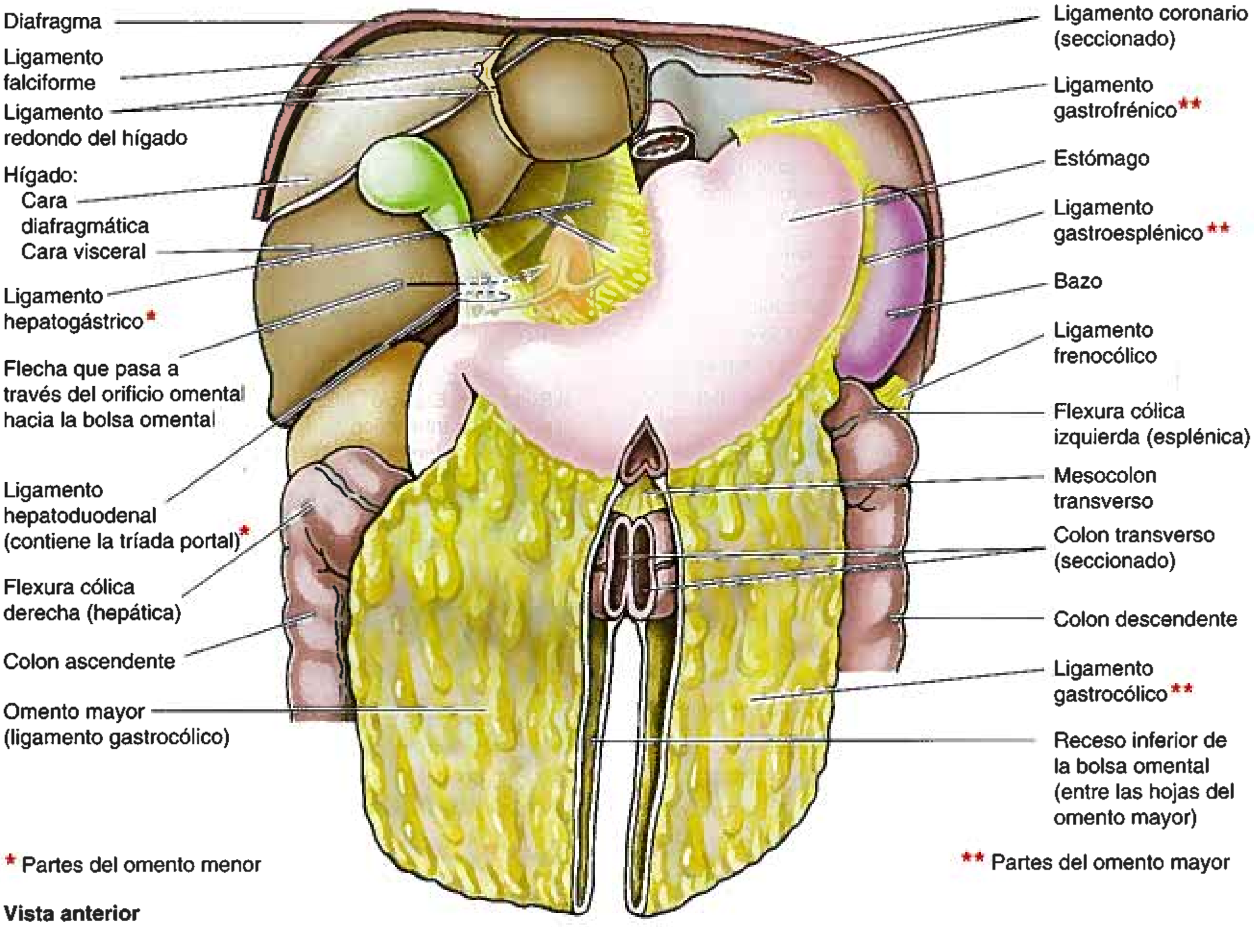

Diafragma
Ligamento falciforme
Ligamento redondo del hígado
Hígado:
Cara diafragmática
Cara visceral
Ligamento hepatogástrico*
Flecha que pasa a través del orificio omental hacia la bolsa omental
Ligamento hepatoduodenal (contiene la tríada portal)*
Flexura cólica derecha (hepática)
Colon ascendente
Omento mayor (ligamento gastrocólico)
* Partes del omento menor
Vista anterior
Ligamento coronario (seccionado)
Ligamento gastrofrénico**
Estómago
Ligamento gastroesplénico**
Bazo
Ligamento frenocólico
Flexura cólica izquierda (esplénica)
Mesocolon transverso
Colon transverso (seccionado)
Colon descendente
Ligamento gastrocólico**
Receso inferior de la bolsa omental (entre las hojas del omento mayor)
** Partes del omento mayor

FIGURA 2-26. Partes de los omentos mayor y menor. El hígado y la vesícula biliar se han reflejado hacia arriba. Se ha seccionado la parte central del omento mayor para mostrar su relación con el colon transverso y el mesocolon. El término *omento mayor* se usa a menudo como sinónimo del ligamento gastrocólico, pero en realidad también incluye los ligamentos gastroesplénico y gastrofrénico; todos ellos tienen una inserción continua en la curvatura mayor del estómago. Por el ligamento hepatoduodenal (borde libre del omento menor) discurre la *tríada portal*: arteria hepática propia, conducto colédoco y vena porta hepática.

abdomen, fig. 2-13). Algunos pliegues peritoneales contienen vasos sanguíneos y sangran si se cortan, como los pliegues umbilicales laterales, que contienen las arterias epigástricas inferiores.

Un **receso peritoneal,** o **fosa peritoneal**, es un fondo de saco formado por un pliegue peritoneal (p. ej., el receso inferior de la bolsa omental entre las capas del omento mayor y las fosas supravesical y umbilical entre los pliegues umbilicales; v. fig. 2-13).

Subdivisiones de la cavidad peritoneal

Tras la rotación y el desarrollo de la curvatura mayor del estómago durante el desarrollo (v. el cuadro azul «Breve revisión de la rotación embrionaria del intestino medio», p. 258), la cavidad peritoneal se divide en los sacos peritoneales mayor y menor (bolsa omental) (fig. 2-27A). El *saco mayor* es la porción principal y más grande de la cavidad peritoneal. Una incisión quirúrgica a través de la pared anterolateral del abdomen penetra en el saco mayor. La *bolsa omental (transcavidad de los epiplones o saco menor)* se sitúa posterior al estómago y al omento menor.

El **mesocolon transverso** (mesenterio del colon transverso) divide la cavidad abdominal en un **compartimiento supracólico,** que contiene el estómago, el hígado y el bazo, y un **compartimiento infracólico,** que contiene el intestino delgado y el colon ascendente y descendente. El compartimiento infracólico se sitúa posterior al omento mayor y está dividido en **espacio infracólico derecho** e **izquierdo** por el *mesenterio del intestino delgado* (fig. 2-27B). Hay una libre comunicación entre los compartimientos supracólico e infracólico a través de los **surcos paracólicos,** los surcos que hay entre la cara lateral del colon ascendente o descendente y la pared posterolateral del abdomen.

La **bolsa omental** es una amplia cavidad sacular situada posterior al estómago, al omento menor y a las estructuras adyacentes (figs. 2-23, 2-27A y 2-28). Presenta un *receso superior,* que está limitado superiormente por el diafragma y las hojas posteriores del ligamento coronario del hígado, y un *receso inferior,* entre la porción superior de las hojas del omento mayor (figs. 2-26 y 2-28A).

La bolsa omental permite el movimiento libre del estómago sobre las estructuras posteriores e inferiores a él, dado que las paredes anterior y posterior de la bolsa omental se deslizan suavemente una sobre otra. La mayor parte del receso inferior de la bolsa omental es un espacio potencial cerrado a partir de la parte

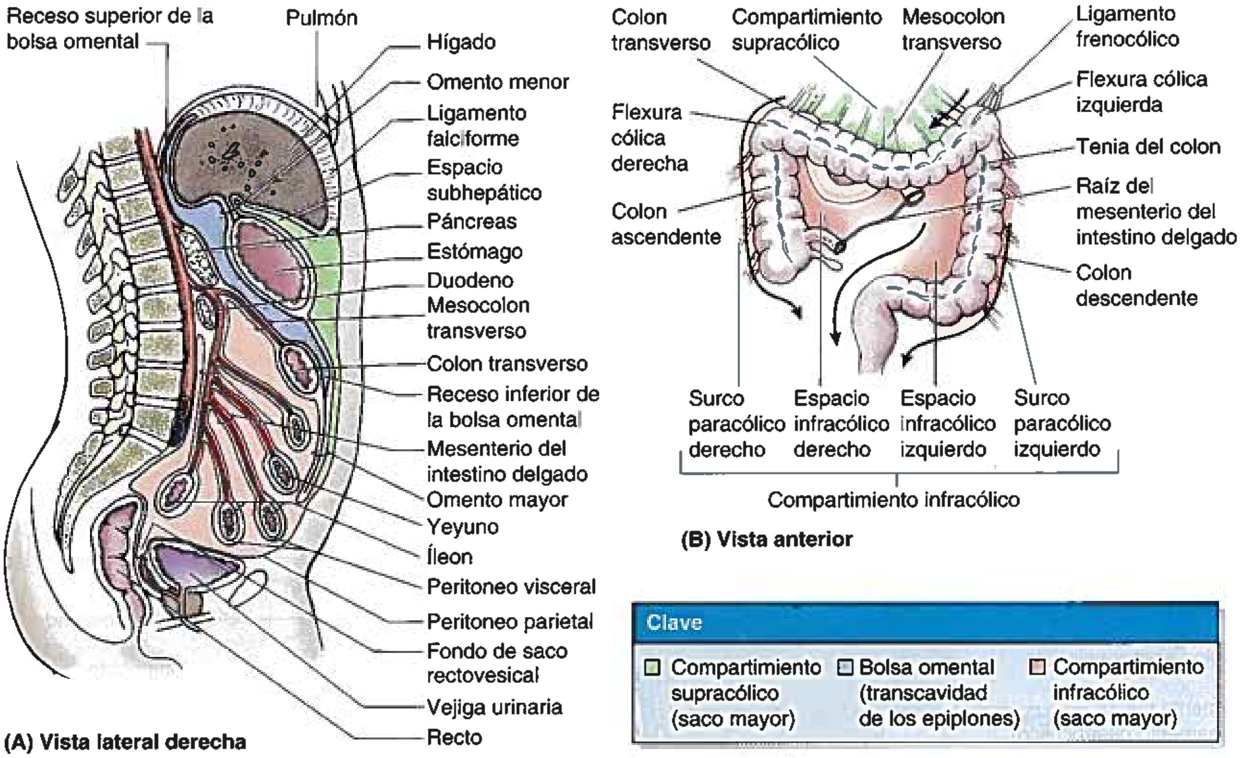

Receso superior de la bolsa omental
Pulmón
Hígado
Omento menor
Ligamento falciforme
Espacio subhepático
Páncreas
Estómago
Duodeno
Mesocolon transverso
Colon transverso
Receso inferior de la bolsa omental
Mesenterio del intestino delgado
Omento mayor
Yeyuno
Íleon
Peritoneo visceral
Peritoneo parietal
Fondo de saco rectovesical
Vejiga urinaria
Recto
(A) Vista lateral derecha
Colon transverso
Compartimiento supracólico
Mesocolon transverso
Ligamento frenocólico
Flexura cólica derecha
Flexura cólica izquierda
Tenia del colon
Colon ascendente
Raíz del mesenterio del intestino delgado
Colon descendente
Surco paracólico derecho
Espacio infracólico derecho
Espacio infracólico izquierdo
Surco paracólico izquierdo
Compartimiento infracólico
(B) Vista anterior
Clave
🟩 Compartimiento supracólico (saco mayor)
🟦 Bolsa omental (transcavidad de los epiplones)
🟥 Compartimiento infracólico (saco mayor)

FIGURA 2-27. **Subdivisiones de la cavidad peritoneal. A.** Este corte sagital medio de la cavidad abdominopélvica muestra las subdivisiones de la cavidad peritoneal. **B.** Los compartimientos supracólico e infracólico del saco mayor quedan visibles tras retirar el omento mayor. Los espacios infracólicos y los surcos paracólicos determinan el flujo del líquido ascítico *(flechas)* en posición inclinada o erecta.

principal de la bolsa omental posterior al estómago, después de la adhesión de las hojas anterior y posterior del omento mayor (fig. 2-28B).

La bolsa omental comunica con el saco mayor a través del **orificio omental** (orificio epiploico), una abertura situada posterior al borde libre del omento menor (el ligamento hepatoduodenal). El orificio omental puede localizarse deslizando un dedo sobre la vesícula biliar hasta el borde libre del omento menor (fig. 2-29). Normalmente, por el orificio caben dos dedos. Los *límites del orificio omental* son:

- *Anteriormente,* el ligamento hepatoduodenal (borde libre del omento menor), que contiene la vena porta hepática, la arteria hepática propia y el conducto colédoco (v. figs. 2-23 y 2-26).

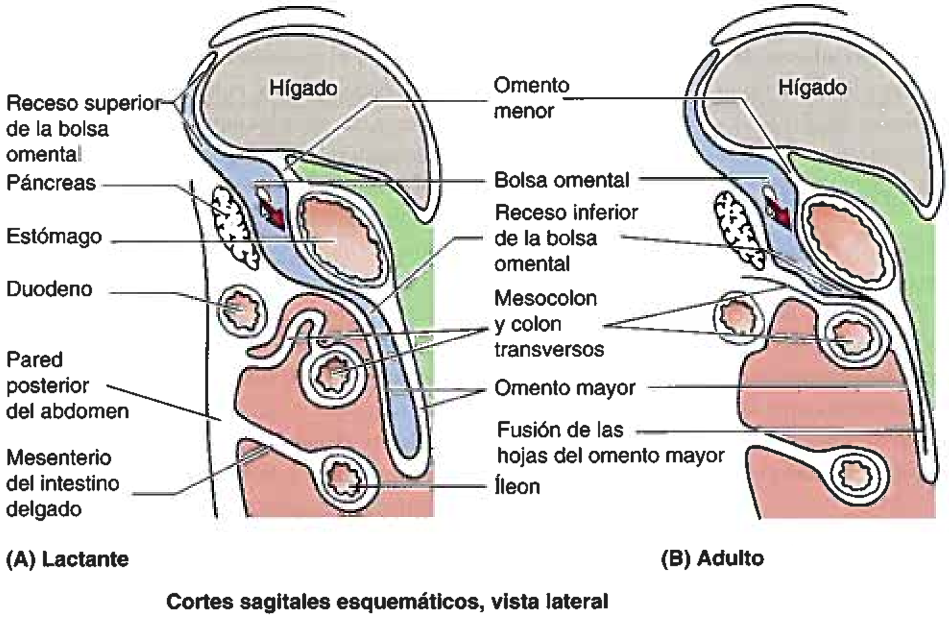

Receso superior de la bolsa omental
Hígado
Omento menor
Hígado
Páncreas
Bolsa omental
Estómago
Receso inferior de la bolsa omental
Duodeno
Mesocolon y colon transversos
Pared posterior del abdomen
Omento mayor
Fusión de las hojas del omento mayor
Mesenterio del intestino delgado
Íleon
(A) Lactante
(B) Adulto
Cortes sagitales esquemáticos, vista lateral

FIGURA 2-28. **Paredes y recesos de la bolsa omental. A.** Este corte muestra que la bolsa omental es una parte aislada de la cavidad peritoneal, situada dorsalmente respecto al estómago y extendiéndose por su parte superior hacia el hígado y el diafragma (receso superior), y por su parte inferior entre las capas del omento mayor (receso inferior). **B.** Este corte muestra el abdomen tras la fusión de las hojas del omento mayor. Ahora, el receso inferior sólo se extiende inferiormente hasta el colon transverso. La *flecha roja* pasa desde el saco mayor a la bolsa omental a través del orificio omental.

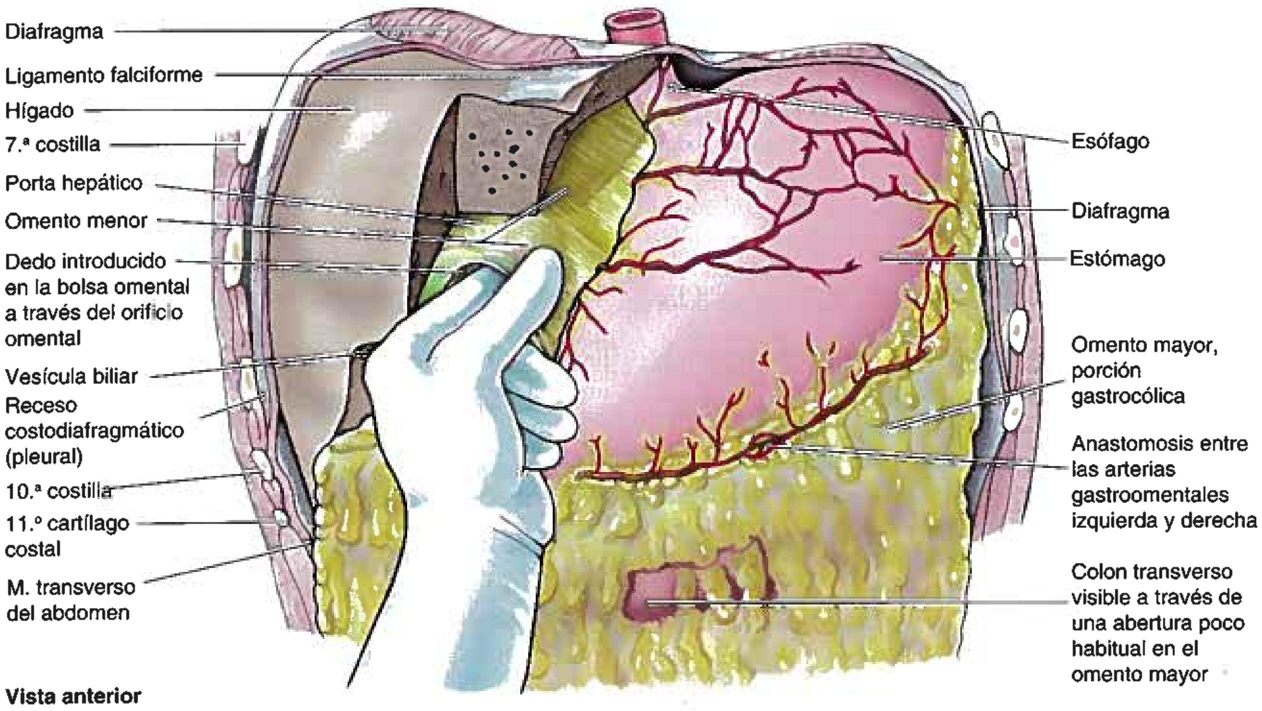

Diafragma
Ligamento falciforme
Hígado
7.ª costilla
Porta hepático
Omento menor
Dedo introducido en la bolsa omental a través del orificio omental
Vesícula biliar
Receso costodiafragmático (pleural)
10.ª costilla
11.º cartílago costal
M. transverso del abdomen
Vista anterior
Esófago
Diafragma
Estómago
Omento mayor, porción gastrocólica
Anastomosis entre las arterias gastroomentales izquierda y derecha
Colon transverso visible a través de una abertura poco habitual en el omento mayor

FIGURA 2-29. Orificio omental (epiploico) y bolsa omental. El dedo índice está pasando desde el saco mayor a la bolsa omental (saco menor o transcavidad de los epiplones), a través del orificio omental. Los dedos pulgar e índice están pinzando el ligamento hepatoduodenal, lo que comprimiría las estructuras de la tríada portal (vena porta hepática, arteria hepática propia y conducto colédoco).

- *Posteriormente*, la VCI y una banda muscular, el pilar derecho del diafragma, cubiertos anteriormente por peritoneo parietal (son retroperitoneales).
- *Superiormente*, el hígado, cubierto por peritoneo visceral (figuras 2-28 y 2-29).
- *Inferiormente*, la porción superior o primera del duodeno.

PERITONEO Y CAVIDAD PERITONEAL

Permeabilidad y bloqueo de las trompas uterinas

Aunque en teoría es posible que los microorganismos entren directamente en la cavidad peritoneal femenina a través de las trompas uterinas, esta peritonitis primaria es excepcional, lo que atestigua la eficacia de los mecanismos protectores del aparato reproductor femenino. Uno de los principales mecanismos para evitar dichas infecciones es el *tapón mucoso* que bloquea eficazmente la abertura externa del útero ante la mayoría de los patógenos, pero no ante los espermatozoides. La permeabilidad de las trompas uterinas puede explorarse clínicamente mediante una técnica con la cual se inyecta aire o contraste radiopaco en la cavidad uterina, y desde ésta normalmente fluye hacia la cavidad peritoneal a través de las trompas uterinas (*histerosalpingografía;* v. detalles en cap. 3).

Peritoneo y procedimientos quirúrgicos

Debido a que el peritoneo está muy inervado, los pacientes sometidos a cirugía abdominal sufren más dolor tras las incisiones grandes, invasivas y abiertas del peritoneo (*laparotomía*), que con pequeñas incisiones laparoscópicas o intervenciones vaginales.

La cubierta de peritoneo (a la que a menudo se conoce clínicamente como *serosa*) hace que las anastomosis término-terminales herméticas de los órganos intraperitoneales, como el intestino delgado, sean relativamente fáciles de conseguir. Resulta más difícil conseguir anastomosis herméticas de estructuras extraperitoneales que poseen una capa adventicia externa, como el esófago torácico.

Debido a la elevada incidencia de complicaciones como peritonitis y adherencias (v. el cuadro azul «Adherencias peritoneales y adhesiotomía», p. 224) después de operaciones en las cuales se ha abierto la cavidad peritoneal, se intenta permanecer fuera de la cavidad peritoneal siempre que sea posible (p. ej., abordaje translumbar o extraperitoneal anterior para los riñones). Cuando es necesario abrir la cavidad peritoneal, se extreman los cuidados para evitar su contaminación.

Peritonitis y ascitis

En caso de contaminación bacteriana durante una laparotomía o cuando se produce una penetración o una rotura traumática del intestino como consecuencia de una infección o una inflamación (p. ej., apendicitis), en la cavidad abdominal entran gas, materia fecal y bacterias. El resultado es una infección e inflamación del peritoneo denominada **peritonitis.** Se produce la exudación de suero, fibrina, células y pus dentro de la cavidad peritoneal, que se acompaña de dolor en la piel suprayacente y de un aumento del tono de los músculos de la pared anterolateral del abdomen. Debido a la gran extensión de las superficies peritoneales y a la rápida absorción de sustancias, como toxinas bacterianas, desde la cavidad peritoneal, cuando la peritonitis se vuelve *generalizada* (dispersa por la cavidad peritoneal) el cuadro es peligroso y puede ser mortal. Además del intenso dolor abdominal, se acompaña de dolor a la palpación; náuseas, vómitos, o ambos; fiebre y estreñimiento.

También se produce una *peritonitis generalizada* cuando una úlcera perfora la pared del estómago o del duodeno, vertiendo el contenido ácido dentro de la cavidad peritoneal. El líquido excesivo en la cavidad peritoneal se denomina **líquido ascítico.** El cuadro clínico en que el sujeto presenta líquido ascítico se conoce como **ascitis.** La ascitis también puede aparecer a consecuencia de agresiones mecánicas (que también pueden provocar hemorragias internas) o junto a otros procesos patológicos, como la hipertensión portal (congestión venosa), la diseminación metastásica de células cancerosas en las vísceras abdominales y la inanición (cuando no se producen proteínas plasmáticas, alterando los gradientes de concentración y produciendo paradójicamente un abdomen abultado). En todas estas situaciones, la cavidad peritoneal puede distenderse con varios litros de líquido de carácter patológico, que interfieren con los movimientos de las vísceras.

Los movimientos respiratorios suelen acompañarse de movimientos rítmicos de la pared anterolateral del abdomen. Cuando el abdomen se retrae durante la expansión del tórax (*ritmo abdominotorácico paradójico*) y existe rigidez muscular, puede haber peritonitis o neumonitis (inflamación de los pulmones). Como el intenso dolor de la peritonitis empeora con el movimiento, las personas que la sufren suelen tumbarse con las rodillas flexionadas, para relajar los músculos abdominales anterolaterales. También respiran superficialmente (y por tanto más rápido), disminuyendo así la presión intraabdominal y el dolor.

Adherencias peritoneales y adhesiotomía

Si se daña el peritoneo —debido, por ejemplo, a una herida punzante— o se infecta, las superficies peritoneales se inflaman y se vuelven pegajosas por la *fibrina.* Cuando tiene lugar la cicatrización, la fibrina puede ser reemplazada por tejido fibroso, formando inserciones anómalas entre el peritoneo visceral de vísceras adyacentes, o entre el peritoneo visceral de un órgano y el peritoneo parietal de la pared abdominal adyacente. También pueden formarse **adherencias** (tejido cicatrizal) después de una intervención quirúrgica abdominal (p. ej., debido a la rotura del apéndice), que interfieren con el movimiento normal de las vísceras. Estas bridas pueden provocar dolor crónico o complicaciones graves, como una obstrucción intestinal cuando el intestino se enrosca alrededor de una adherencia (*vólvulo*).

Se denomina **adhesiotomía** a la separación quirúrgica de las adherencias. Es frecuente encontrar adherencias durante la disección de cadáveres (v., p.ej., la adherencia entre el bazo y el diafragma en la fig. 2-39B).

Paracentesis abdominal

El tratamiento de la peritonitis generalizada incluye la extracción del líquido ascítico y, en caso de infección, la administración de antibióticos en dosis elevadas. En ocasiones, puede ser necesario extraer acumulaciones más localizadas de líquido para su análisis. Se denomina **paracentesis** a la punción quirúrgica de la cavidad peritoneal para aspirar o drenar este líquido. Tras inyectar un anestésico local, se inserta una aguja o un trocar y una cánula en la cavidad peritoneal a través de la pared anterolateral del abdomen, atravesando la línea alba, por ejemplo. La aguja se inserta superior a la vejiga urinaria vacía y en una situación que evita la arteria epigástrica inferior.

Inyección intraperitoneal y diálisis peritoneal

El peritoneo es una membrana semipermeable con una amplia superficie, gran parte de la cual (sobre todo, las porciones subdiafragmáticas) se encuentra sobre lechos capilares sanguíneos y linfáticos. En consecuencia, el líquido que se inyecta en la cavidad peritoneal se absorbe rápidamente. Por este motivo, pueden inyectarse anestésicos, como soluciones de barbitúricos, en la cavidad peritoneal mediante una **inyección intraperitoneal.**

En la *insuficiencia renal* se acumulan productos de desecho, como la urea, en la sangre y los tejidos, que acaban por alcanzar unas concentraciones mortales. Puede llevarse a cabo una **diálisis peritoneal,** en la cual se eliminan del sistema sustancias solubles y el exceso de agua por transferencia a través del peritoneo, utilizando una solución estéril diluida que se introduce en un lado de la cavidad peritoneal y a continuación se drena por el otro lado. Los solutos que pueden difundir y el agua se transfieren desde la sangre a la cavidad peritoneal como resultado de los gradientes de concentración entre ambos compartimientos líquidos. Sin embargo, la diálisis peritoneal en general sólo se usa temporalmente. A largo plazo, es preferible utilizar un flujo directo de sangre a través de una máquina de diálisis renal.

Funciones del omento mayor

El omento mayor, una gran estructura adiposa, impide que el peritoneo visceral se adhiera al peritoneo parietal. Tiene una movilidad considerable y se desplaza alrededor de la cavidad peritoneal con los movimientos peristálticos de las vísceras. A menudo forma adherencias junto a un órgano inflamado (p. ej., el apéndice vermiforme), al que en ocasiones envuelve para proteger así a otras vísceras del órgano infectado. Por ello, al entrar en la cavidad abdominal, ya sea en una disección o en una intervención quirúrgica, es habitual encontrar que el omento está notablemente desplazado de la posición «normal» en que casi siempre se representa en las ilustraciones anatómicas. El omento mayor también protege a los órganos abdominales frente a las agresiones y actúa como aislante frente a la pérdida de calor corporal.

Formación de abscesos

La perforación de una úlcera duodenal, la rotura de la vesícula biliar o la perforación del apéndice vermiforme pueden provocar la formación de un **absceso** (acumulación circunscrita de exudado purulento; es decir, pus) en el receso subfrénico. El absceso puede tabicarse inferiormente por adherencias (v. el cuadro azul «Abscesos subfrénicos», p. 283).

Diseminación de líquidos patológicos

Los recesos peritoneales tienen importancia clínica debido a la diseminación de líquidos patológicos, como el pus, un producto de la inflamación. Los recesos determinan la extensión y la dirección de la diseminación de los líquidos, que pueden entrar en la cavidad peritoneal cuando un órgano sufre una afección o lesión.

Flujo de líquido ascítico y pus

Los surcos paracólicos tienen relevancia clínica debido a que constituyen rutas para el flujo de líquido ascítico y para la diseminación de infecciones intraperitoneales (fig. 2-27B). El material purulento (que está formado por pus o la contiene) del abdomen puede transportarse por los surcos paracólicos hasta la pelvis, especialmente cuando el sujeto se encuentra en posición erecta. Así, para facilitar el flujo de exudado hacia la cavidad pélvica, donde la absorción de toxinas es baja, a menudo se coloca a los pacientes con peritonitis en posición sentada (con un ángulo mínimo de 45°). A la inversa, las infecciones de la pelvis pueden extenderse superiormente hasta un receso subfrénico situado debajo del diafragma (v. el cuadro azul «Abscesos subfrénicos», p. 283), especialmente cuando la persona está en decúbito. De forma parecida, los surcos paracólicos proporcionan vías para la diseminación de células neoplásicas que se han desprendido de la superficie ulcerada de un tumor y han entrado en la cavidad peritoneal.

Líquido en la bolsa omental

La perforación de la pared posterior del estómago provoca el paso de su contenido líquido a la bolsa omental. La inflamación o lesión del páncreas también puede determinar el paso de líquido pancreático a la bolsa, formando un *pseudoquiste pancreático*.

Intestino en la bolsa omental

Aunque es poco frecuente, un asa de intestino delgado puede pasar a través del orificio omental, entrar en la bolsa omental y ser estrangulada por los bordes del orificio. Como no es posible seccionar ninguno de los bordes del orificio omental, ya que todos contienen vasos sanguíneos, hay que descomprimir el intestino abombado con una aguja, de forma que pueda hacerse volver al saco mayor de la cavidad peritoneal a través del orificio omental.

Corte de la arteria cística

Durante la *colecistectomía* (extirpación de la vesícula biliar), la arteria cística tiene que ligarse o pinzarse y luego seccionarse. Sin embargo, en ocasiones se secciona la arteria antes de haberla ligado adecuadamente. El cirujano puede controlar la hemorragia comprimiendo la arteria hepática propia cuando atraviesa el ligamento hepatoduodenal. Se coloca el dedo índice en el orificio omental y el pulgar sobre su pared anterior (v. fig. 2-29). Comprimiendo y dejando de aplicar presión alternativamente sobre la arteria hepática, el cirujano puede identificar la arteria que sangra y pinzarla.

Puntos fundamentales

PERITONEO, CAVIDAD PERITONEAL Y ESTRUCTURAS PERITONEALES

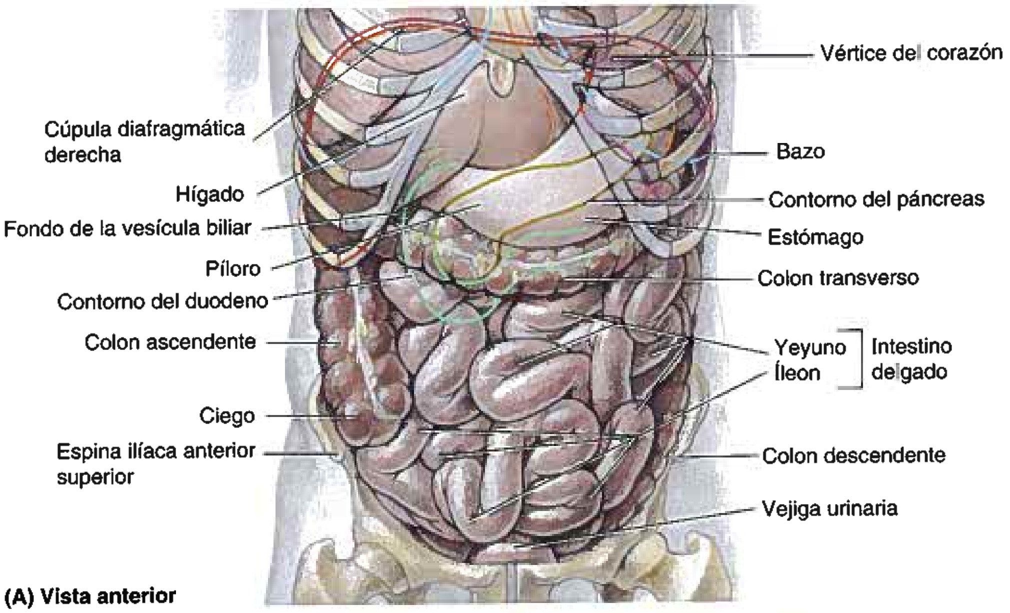
Peritoneo y cavidad peritoneal. El peritoneo es una membrana serosa continua que reviste la cavidad abdominopélvica (el peritoneo parietal) y las vísceras de su interior (el peritoneo visceral). ♦ La cavidad peritoneal colapsada, entre el peritoneo parietal y el visceral, normalmente sólo contiene líquido peritoneal suficiente (unos 50 ml) para lubricar la cara interna del peritoneo. Esta disposición proporciona al intestino la libertad de movimientos necesaria para la alimentación (digestión). ♦ Las adherencias formadas como consecuencia de infecciones o heridas interfieren con dichos movimientos. ♦ El peritoneo parietal es una membrana semipermeable sensible, con lechos capilares sanguíneos y linfáticos, especialmente abundantes profundamente a su cara diafragmática.

Estructuras peritoneales y subdivisiones de la cavidad peritoneal. En los puntos donde el intestino entra y sale de la cavidad abdominopélvica existen continuidades y conexiones entre el peritoneo parietal y el visceral. ♦ Algunas porciones del peritoneo toman la forma de pliegues dobles (mesenterios y omentos, y subdivisiones denominadas ligamentos) que transportan estructuras vasculonerviosas y los conductos de órganos accesorios hacia y desde las vísceras. ♦ Los ligamentos peritoneales se nombran según las estructuras particulares conectadas por ellos. ♦ Debido a la rotación y al gran crecimiento que sufre el intestino durante su desarrollo, la cavidad peritoneal tiene una disposición compleja. La porción principal de la cavidad peritoneal (saco mayor) es dividida por el mesocolon transverso en los compartimientos supracólico e infracólico. Una porción más pequeña de la cavidad peritoneal, la bolsa omental (saco menor), se sitúa posterior al estómago, separándolo de las vísceras retroperitoneales en la pared posterior. Se comunica con el saco mayor a través del orificio omental. ♦ La compleja disposición de la cavidad peritoneal determina el flujo y la acumulación del exceso de líquido (ascitis) que ocupa la cavidad peritoneal durante los procesos patológicos.

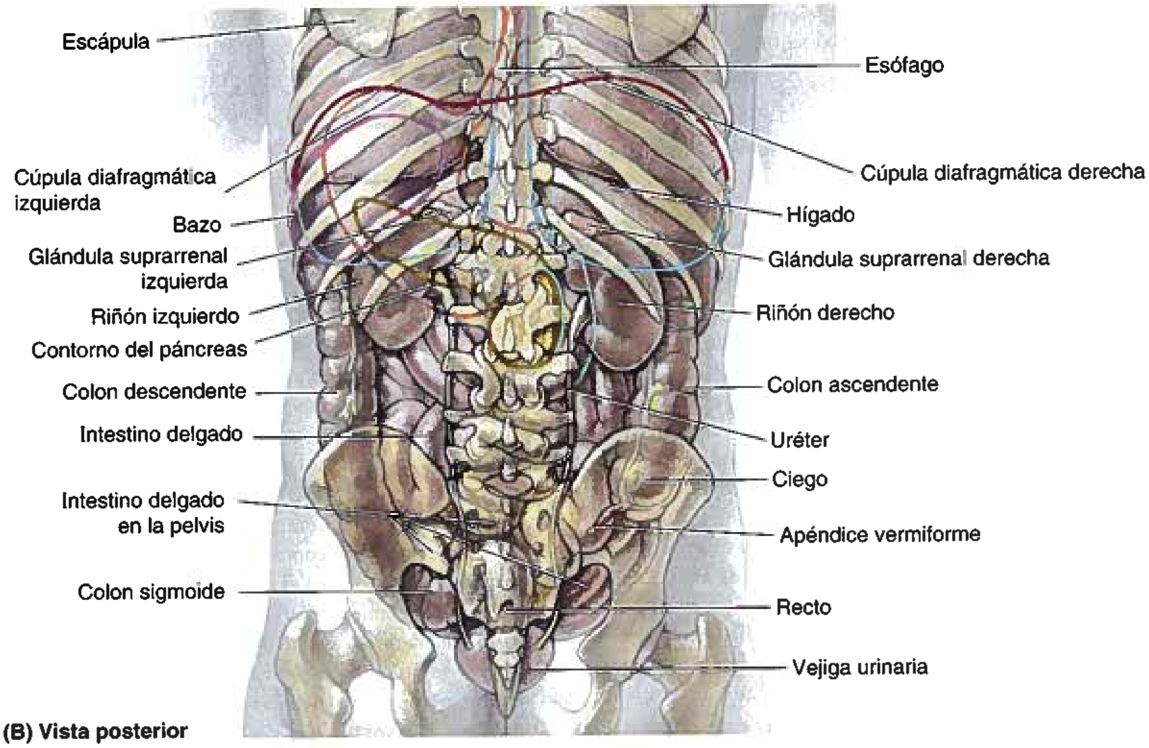
VÍSCERAS ABDOMINALES

Visión general de las vísceras abdominales y el tubo digestivo

Las principales vísceras del abdomen son la porción terminal del esófago y el estómago, los intestinos, el bazo, el páncreas, el hígado, la vesícula biliar, los riñones y las glándulas suprarrenales (figs. 2-30 y 2-31). Al abrir la cavidad abdominal para estudiar estos órganos se aprecia que el hígado, el estómago y el bazo casi llenan por completo las cúpulas del diafragma. Como se extienden hacia la cavidad torácica, están protegidas por la parte inferior de la caja torácica. También puede constatarse que el *ligamento falciforme* normalmente se inserta a lo largo de una línea continua a la pared abdominal anterior, descendiendo hasta el ombligo. Divide superficialmente el hígado en los lóbulos derecho e izquierdo. El *omento mayor*, cargado de grasa, cuando se encuentra en su posición típica

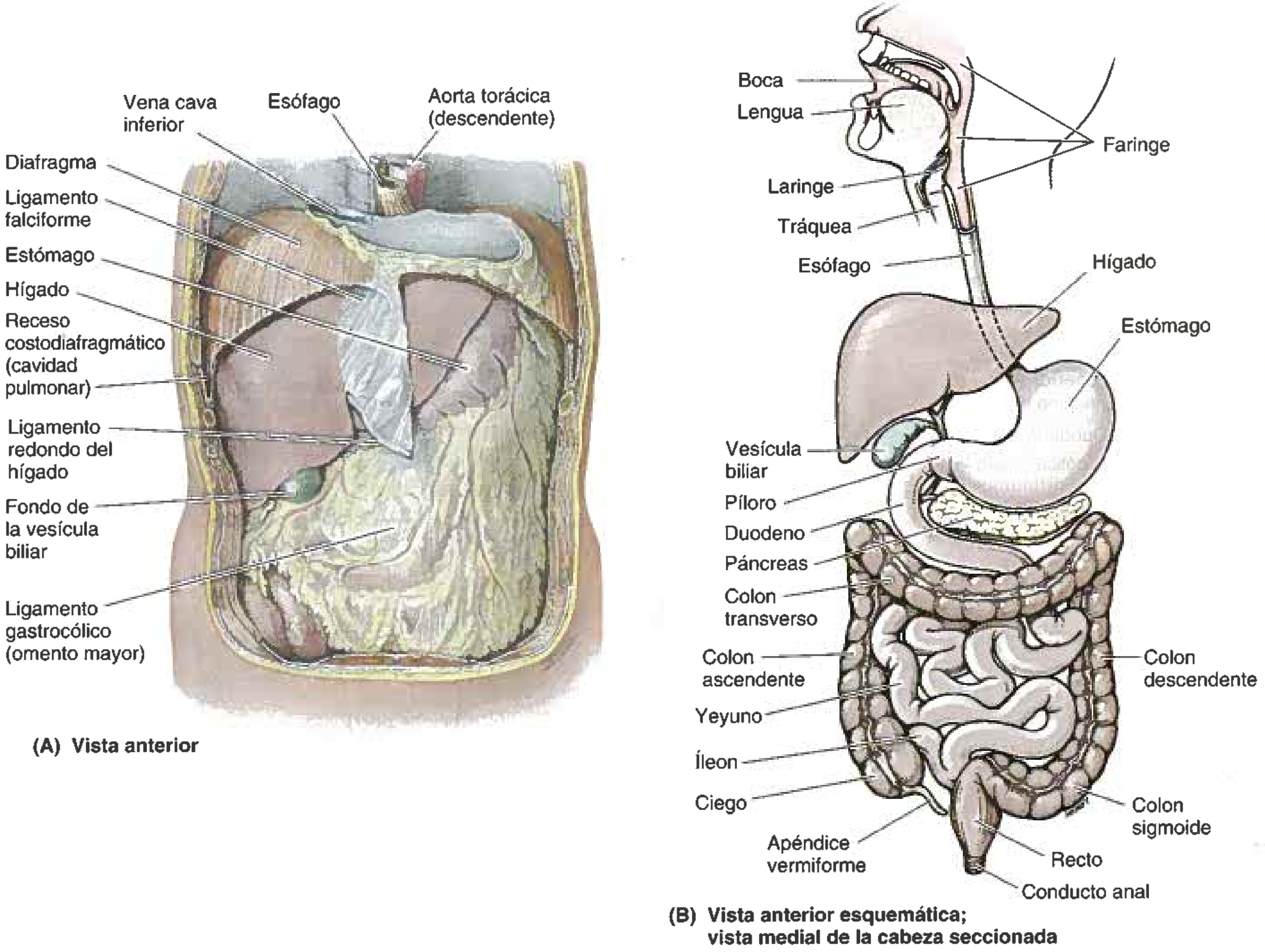

Vértice del corazón
Cúpula diafragmática derecha
Bazo
Hígado
Contorno del páncreas
Fondo de la vesícula biliar
Estómago
Píloro
Colon transverso
Contorno del duodeno
Colon ascendente
Yeyuno
Íleon
Intestino delgado
Ciego
Espina ilíaca anterior superior
Colon descendente
Vejiga urinaria

(A) Vista anterior


Escápula
Esófago
Cúpula diafragmática derecha
Cúpula diafragmática izquierda
Hígado
Bazo
Glándula suprarrenal izquierda
Glándula suprarrenal derecha
Riñón izquierdo
Riñón derecho
Contorno del páncreas
Colon descendente
Colon ascendente
Intestino delgado
Uréter
Ciego
Intestino delgado en la pelvis
Apéndice vermiforme
Colon sigmoide
Recto
Vejiga urinaria

(B) Vista posterior

FIGURA 2-30. Visión de conjunto de las vísceras torácicas y abdominales. A y B. Algunos órganos abdominales se extienden cranealmente hasta el interior de la caja torácica, que los protege. El riñón derecho se encuentra más bajo que el riñón izquierdo, debido al efecto de masa del hígado en el lado derecho; los riñones están parcialmente protegidos por las últimas costillas. Gran parte del intestino delgado está en la pelvis.


Vena cava inferior
Esófago
Aorta torácica (descendente)
Diafragma
Ligamento falciforme
Estómago
Hígado
Receso costodiafragmático (cavidad pulmonar)
Ligamento redondo del hígado
Fondo de la vesícula biliar
Ligamento gastrocólico (omento mayor)
Boca
Lengua
Faringe
Laringe
Tráquea
Esófago
Hígado
Estómago
Vesícula biliar
Píloro
Duodeno
Páncreas
Colon transverso
Colon ascendente
Colon descendente
Yeyuno
Íleon
Ciego
Colon sigmoide
Apéndice vermiforme
Recto
Conducto anal

(A) Vista anterior

(B) Vista anterior esquemática; vista medial de la cabeza seccionada

FIGURA 2-31. Contenido abdominal *in situ* y en relación con el sistema digestivo. A. Contenido del abdomen sin manipular. Se han extirpado las paredes anteriores del tórax y el abdomen. El ligamento falciforme se ha seccionado por su inserción en la pared anterior del abdomen. **B.** Vista general del sistema digestivo, formado por el tubo digestivo desde la boca hasta el ano y por todas sus glándulas y órganos accesorios.

oculta, prácticamente todo el intestino. La vesícula biliar se proyecta por debajo del borde agudo del hígado (fig. 2-31A).

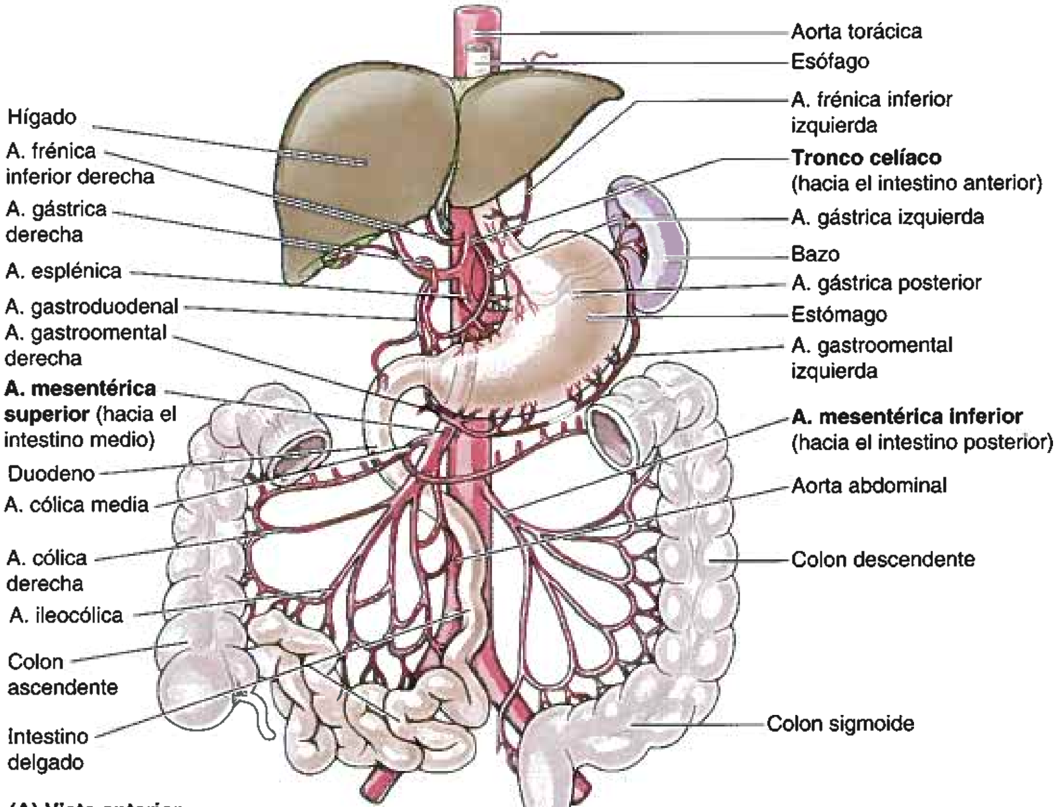
Los alimentos pasan desde la boca y la faringe a través del *esófago* hacia el *estómago*, donde se mezclan con las secreciones gástricas (fig. 2-31B). La digestión tiene lugar principalmente en el estómago y el duodeno. La **peristalsis,** una serie de ondas de contracción anulares, se inicia alrededor de la porción media del estómago y avanza lentamente hacia el *píloro*. Se encarga de mezclar los alimentos masticados con los jugos gástricos y de vaciar el contenido del estómago en el duodeno.

La absorción de compuestos químicos se produce sobre todo en el *intestino delgado*, un tubo plegado de 5 a 6 m de longitud (más corto en vida, cuando existe tono muscular, que en el cadáver), formado por el *duodeno*, el *yeyuno* y el *íleon*. La peristalsis también tiene lugar en el yeyuno y el íleon, aunque no es fuerte a no ser que haya una obstrucción. El estómago se continúa con el duodeno, que acoge las desembocaduras de los conductos del *páncreas* y el *hígado* (principales glándulas del tubo digestivo).

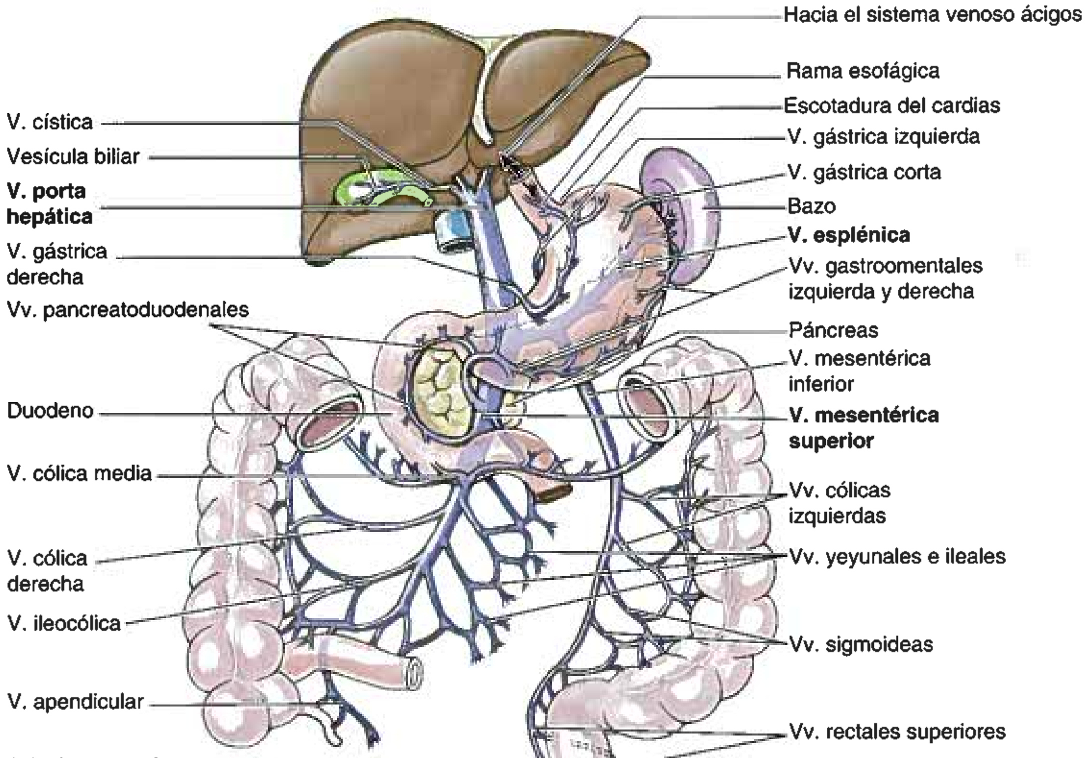
El *intestino grueso* está formado por el *ciego*, que recibe la porción terminal del íleon, el *apéndice*, el *colon* (ascendente, transverso, descendente y sigmoide), el *recto* y el *conducto anal*. La reabsorción de agua tiene lugar, en su mayor parte, en el colon ascendente. Las heces se forman en el colon descendente y sigmoide, y se acumulan en el recto antes de la defecación. El esófago, el estómago y el intestino forman el **tubo digestivo,** y derivan del *intestino anterior*, el *intestino medio* y el *intestino posterior primitivos*.

La irrigación arterial de la parte abdominal del tubo digestivo procede de la *aorta abdominal*. Las tres ramas principales de la aorta abdominal para el tubo digestivo son el *tronco celíaco* y las *arterias mesentéricas superior* e *inferior* (fig. 2-32A).

La *vena porta hepática*, formada por la unión de las *venas mesentérica superior* y *esplénica* (fig. 2-32B), es el vaso principal del *sistema de la vena porta*, que recoge la sangre de la parte abdominal del tubo digestivo, el páncreas, el bazo y la mayor parte de la vesícula biliar, y la transporta hacia el hígado.


Aorta torácica
Esófago
Hígado
A. frénica inferior izquierda
A. frénica inferior derecha
Tronco celíaco (hacia el intestino anterior)
A. gástrica derecha
A. gástrica izquierda
Bazo
A. esplénica
A. gástrica posterior
A. gastroduodenal
Estómago
A. gastroomental derecha
A. gastroomental izquierda
A. mesentérica superior (hacia el intestino medio)
A. mesentérica inferior (hacia el intestino posterior)
Duodeno
A. cólica media
Aorta abdominal
A. cólica derecha
Colon descendente
A. ileocólica
Colon ascendente
Colon sigmoide
Intestino delgado

(A) Vista anterior


Hacia el sistema venoso ácigos
Rama esofágica
Escotadura del cardias
V. cística
V. gástrica izquierda
Vesícula biliar
V. gástrica corta
V. porta hepática
Bazo
V. esplénica
V. gástrica derecha
Vv. gastroomentales izquierda y derecha
Vv. pancreatoduodenales
Páncreas
V. mesentérica inferior
Duodeno
V. mesentérica superior
V. cólica media
Vv. cólicas izquierdas
V. cólica derecha
Vv. yeyunales e ileales
V. ileocólica
Vv. sigmoideas
V. apendicular
Vv. rectales superiores

(B) Vista anterior

FIGURA 2-32. Irrigación arterial y drenaje venoso del tubo digestivo. A. Vascularización arterial. Las tres ramas impares de la aorta abdominal irrigan, sucesivamente, los derivados del intestino anterior, medio y posterior. **B.** Drenaje venoso. La sangre rica en nutrientes procedente del tubo digestivo y la sangre del bazo, el páncreas y la vesícula biliar drenan en el hígado a través de la vena porta hepática. La *flecha* señala la comunicación entre la vena esofágica y el sistema venoso ácigos (sistémico).

Esófago

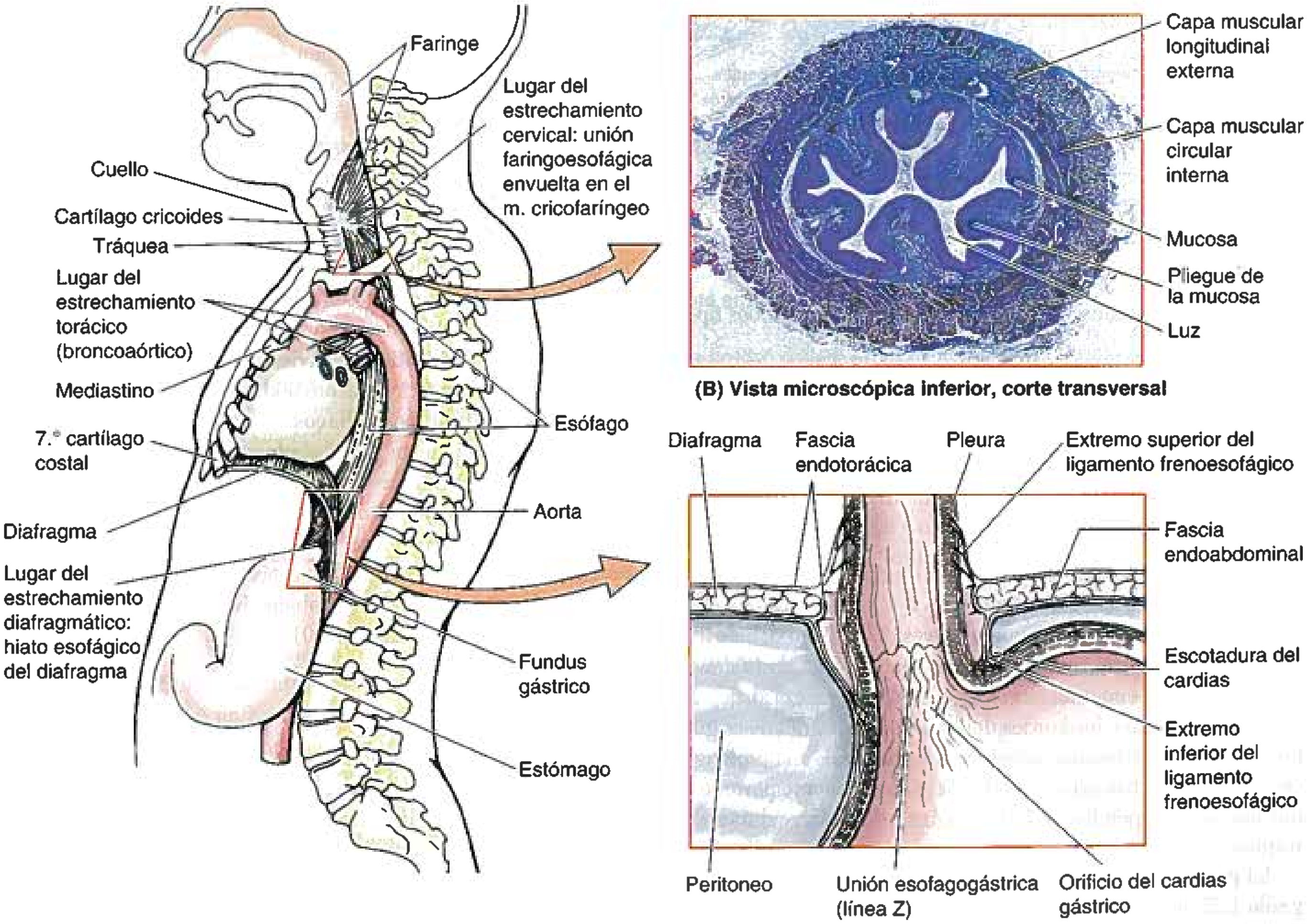
El **esófago** es un tubo muscular, de unos 25 cm de largo y 2 cm de diámetro por término medio, que transporta el alimento desde la faringe hasta el estómago (fig. 2-33A). Mediante *fluoroscopia* o radioscopia (rayos X con un fluoroscopio), tras la ingestión de una papilla de bario (fig. 2-34) puede verse que el esófago presenta normalmente tres estrechamientos, provocados por la presión ejercida por estructuras adyacentes:

- El **estrechamiento cervical (esfínter esofágico superior)** en su inicio en la **unión faringoesofágica,** aproximadamente a 15 cm de los incisivos; provocada por el *músculo cricofaríngeo* (v. cap. 8).
- El **estrechamiento torácico (broncoaórtico),** que es un estrechamiento compuesto, provocado en primer lugar por el cruce del arco de la aorta, a 22,5 cm de los incisivos, y a continuación por el cruce del bronquio principal izquierdo, a 27,5 cm de los incisivos. El primero se aprecia en proyecciones anteroposteriores y el segundo en las laterales.
- El **estrechamiento diafragmático**, donde pasa a través del *hiato esofágico* del diafragma, aproximadamente a 40 cm de los incisivos (fig. 2-33A).

Es importante tener presentes estos estrechamientos cuando se hacen pasar instrumentos por el esófago hacia el estómago, y al valorar radiografías de pacientes que sufren *disfagia* (dificultad para tragar).

El esófago:

- Sigue la curvatura de la columna vertebral a medida que desciende a través del cuello y el mediastino —la porción media de la cavidad torácica (fig. 2-33A).
- Posee una capa muscular *circular* interna y otra *longitudinal* externa (fig. 2-33B). En su tercio superior, la capa externa está formada por músculo estriado voluntario; el tercio inferior está


Faringe
Lugar del estrechamiento cervical: unión faringoesofágica envuelta en el m. cricofaríngeo
Cuello
Cartílago cricoides
Tráquea
Lugar del estrechamiento torácico (broncoaórtico)
Mediastino
7.° cartílago costal
Esófago
Diafragma
Aorta
Lugar del estrechamiento diafragmático: hiato esofágico del diafragma
Fundus gástrico
Estómago
Capa muscular longitudinal externa
Capa muscular circular interna
Mucosa
Pliegue de la mucosa
Luz
Diafragma
Fascia endotorácica
Pleura
Extremo superior del ligamento frenoesofágico
Fascia endoabdominal
Escotadura del cardias
Extremo inferior del ligamento frenoesofágico
Peritoneo
Unión esofagogástrica (línea Z)
Orificio del cardias gástrico

(A) Vista lateral izquierda

(B) Vista microscópica inferior, corte transversal

(C) Vista anterior

FIGURA 2-33. El esófago y sus relaciones. A. Vista que muestra el esófago en toda su longitud y las estructuras relacionadas con él. El esófago empieza a nivel del cartílago cricoides y desciende por detrás de la tráquea. Abandona el tórax a través del hiato esofágico del diafragma. **B.** Corte transversal del esófago que muestra su pared con la doble capa muscular y la capa mucosa acanalada. **C.** Corte coronal del esófago inferior, el diafragma y el estómago superior. El ligamento frenoesofágico conecta de forma flexible el esófago al diafragma; limita el movimiento hacia arriba del esófago, aunque le permite una cierta movilidad durante la deglución y la respiración.

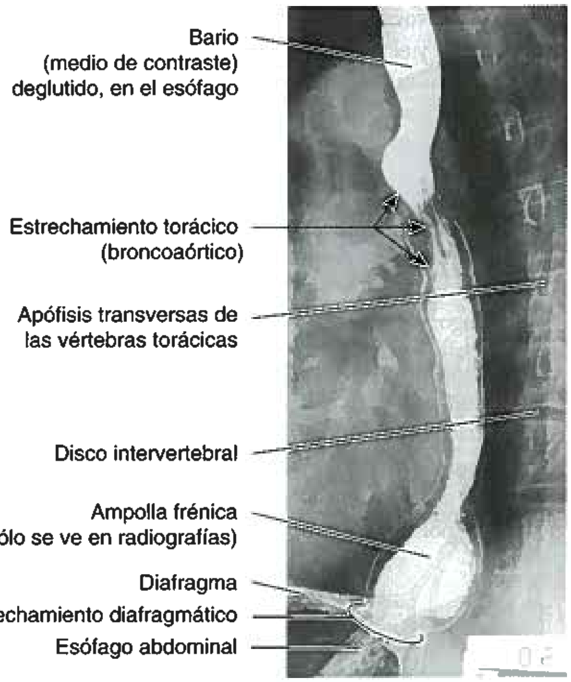


FIGURA 2-34. Radiografía del esófago tras la ingestión de una papilla baritada. Esta proyección oblicua posterior izquierda (OPI) muestra dos de los tres «estrechamientos» normales (impresiones), producidos por el arco de la aorta y el bronquio principal izquierdo. La ampolla frénica, que únicamente se aprecia en las radiografías, es la parte distensible del esófago por encima del diafragma. (Cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

compuesto por músculo liso y el tercio medio por ambos tipos de músculo.

- Pasa a través del *hiato esofágico*, elíptico, en el *pilar derecho del diafragma*, justo a la izquierda del plano medio, a la altura de la vértebra T10.
- Termina entrando en el estómago por el orificio del cardias gástrico (fig. 2-33C), localizado a la izquierda de la línea media, a nivel del 7.º cartílago costal izquierdo y de la vértebra T11.
- Está rodeado distalmente por el plexo (nervioso) esofágico (fig. 2-35).

El alimento pasa rápidamente a través del esófago debido a la acción peristáltica de su musculatura, con la ayuda de la gravedad, pero sin depender de ella (es posible tragar cabeza abajo). El esófago está fijado a los bordes del hiato esofágico del diafragma por el **ligamento frenoesofágico** (v. fig. 2-33C), una prolongación de la fascia diafragmática inferior. Este ligamento permite el movimiento independiente del diafragma y del esófago durante la respiración y la deglución.

La **porción abdominal del esófago**, con forma de trompeta y sólo 1,25 cm de longitud, pasa desde el hiato esofágico del diafragma en el pilar derecho del diafragma al *orificio del cardias del estómago*, ensanchándose a medida que avanza, y pasando anteriormente y hacia la izquierda a medida que desciende inferiormente. Su cara anterior está cubierta por peritoneo del saco mayor, continuo con el que recubre la cara anterior del estómago. Encaja en un surco de la cara posterior (visceral) del hígado.

La cara posterior de la porción abdominal del esófago está cubierta por peritoneo de la bolsa omental, continuo con el que recubre la cara posterior del estómago. El borde derecho del esófago abdominal se continúa con la curvatura menor del estómago; sin embargo, su borde izquierdo está separado del fundus del estómago por la *escotadura del cardias* entre el esófago y el fundus (v. fig. 2-37A).

La **unión esofagogástrica** se encuentra a la izquierda de la vértebra T11, en el plano horizontal que pasa a través del extremo de la apófisis xifoides. Los cirujanos y endoscopistas denominan **línea Z** (fig. 2-33C) a esta unión: una línea dentada donde se produce la transición abrupta de la mucosa esofágica a la gástrica. Justo superior a esta unión, la musculatura diafragmática que forma el hiato esofágico funciona como un *esfínter esofágico inferior* fisiológico, que se contrae y relaja. Los estudios radiológicos muestran que los alimentos se detienen aquí de manera momentánea y que el mecanismo de esfínter suele impedir eficazmente el reflujo de contenido gástrico hacia el esófago. Cuando no estamos comiendo, la luz del esófago suele estar colapsada por encima de este nivel, para impedir que el alimento o los jugos gástricos se regurgiten hacia el esófago.

En los capítulos 1 y 8 pueden encontrarse detalles sobre la inervación y la vascularización de las porciones cervical y torácica del esófago. La irrigación arterial de la porción abdominal del esófago procede de la *arteria gástrica izquierda*, una rama del tronco celíaco, y de la *arteria frénica inferior izquierda* (v. fig. 2-32A). El drenaje venoso de las *venas submucosas* de esta porción del esófago se dirige al *sistema de la vena porta* a través de la *vena gástrica izquierda* (v. fig. 2-32B), y al *sistema venoso sistémico* a través de las **venas esofágicas** que desembocan en la *vena ácigos*.

El drenaje linfático de la porción abdominal del esófago es hacia los **nódulos linfáticos gástricos izquierdos** (fig. 2-35); los vasos linfáticos aferentes de dichos nódulos drenan principalmente en los **nódulos linfáticos celíacos.**

El esófago está inervado por el **plexo esofágico,** formado por los *troncos vagales* (que se convierten en los ramos gástricos anteriores y posteriores) y los *troncos simpáticos torácicos*, a través de los *nervios esplácnicos mayores (abdominopélvicos)* y los *plexos periarteriales* que rodean la arteria gástrica izquierda y la arteria frénica inferior izquierda. (V. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301.)

Estómago

El **estómago** es la porción expandida del tubo digestivo que se encuentra entre el esófago y el intestino delgado (v. fig. 2-31B). Está especializado en la acumulación de los alimentos ingeridos, a los que prepara química y mecánicamente para su digestión y posterior paso al duodeno. El estómago mezcla los alimentos y sirve de depósito; su función principal es la digestión enzimática. El *jugo gástrico* convierte gradualmente los alimentos en una mezcla semilíquida, el *quimo* (del griego, jugo), que pasa con notable rapidez hacia el duodeno. El diámetro del estómago vacío es sólo algo mayor que el del intestino grueso, pero es capaz de una expansión considerable, pudiendo alojar entre 2 y 3 l de comida.

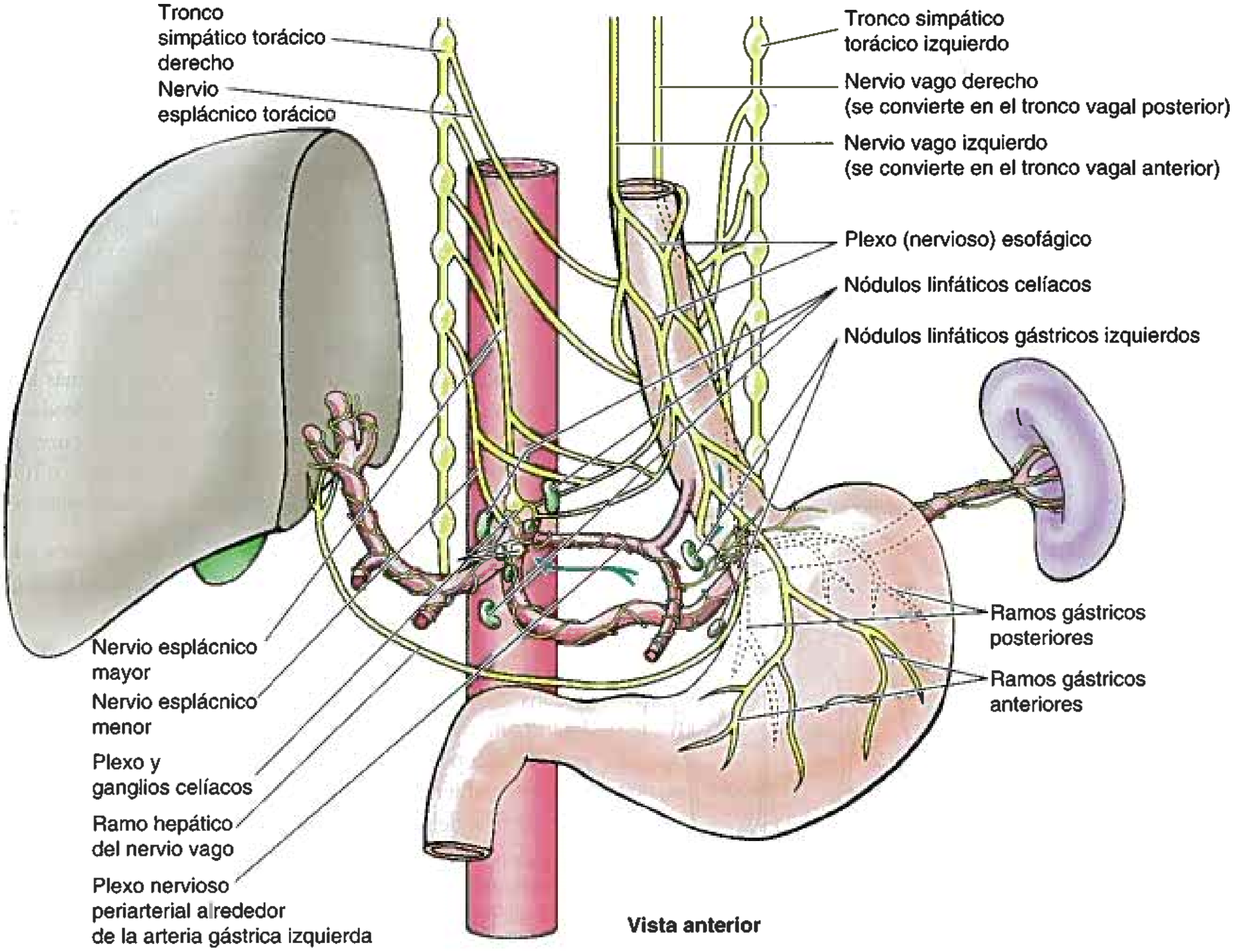

Tronco simpático torácico derecho
Nervio esplácnico torácico
Tronco simpático torácico izquierdo
Nervio vago derecho (se convierte en el tronco vagal posterior)
Nervio vago izquierdo (se convierte en el tronco vagal anterior)
Plexo (nervioso) esofágico
Nódulos linfáticos celíacos
Nódulos linfáticos gástricos izquierdos
Ramos gástricos posteriores
Ramos gástricos anteriores
Nervio esplácnico mayor
Nervio esplácnico menor
Plexo y ganglios celíacos
Ramo hepático del nervio vago
Plexo nervioso periarterial alrededor de la arteria gástrica izquierda
Vista anterior

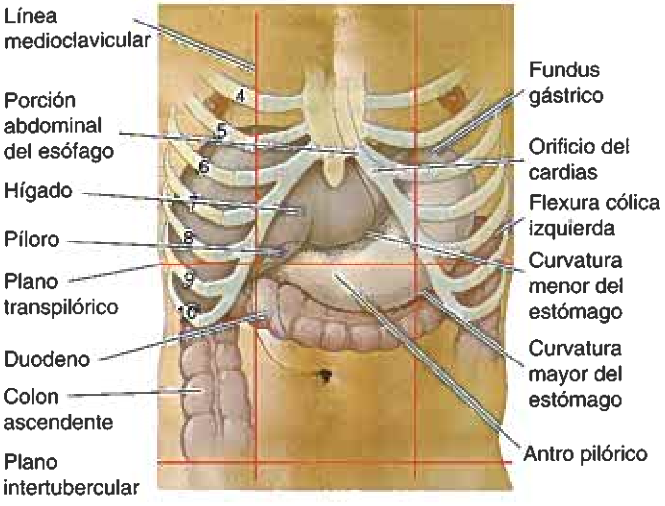
FIGURA 2-35. **Nervios y linfáticos del esófago abdominal y el estómago.** El nervio vago (NC X) se divide en dos ramos que forman el plexo (nervioso) esofágico alrededor del esófago inferior. Los ramos gástricos anteriores y posteriores del plexo acompañan al esófago a través del hiato esofágico y se distribuyen por las caras anterior y posterior del estómago. Los ramos anteriores también se extienden hasta el píloro y el hígado. Las fibras nerviosas simpáticas postsinápticas del plexo celíaco alcanzan estos órganos a través de plexos periarteriales. Los vasos linfáticos del estómago siguen un patrón parecido al de las arterias, aunque el flujo va en sentido contrario. De este modo, la linfa del estómago y de la porción abdominal del esófago drena primero en los nódulos linfáticos gástricos y a continuación en los nódulos linfáticos celíacos.

SITUACIÓN, PARTES Y ANATOMÍA DE SUPERFICIE DEL ESTÓMAGO

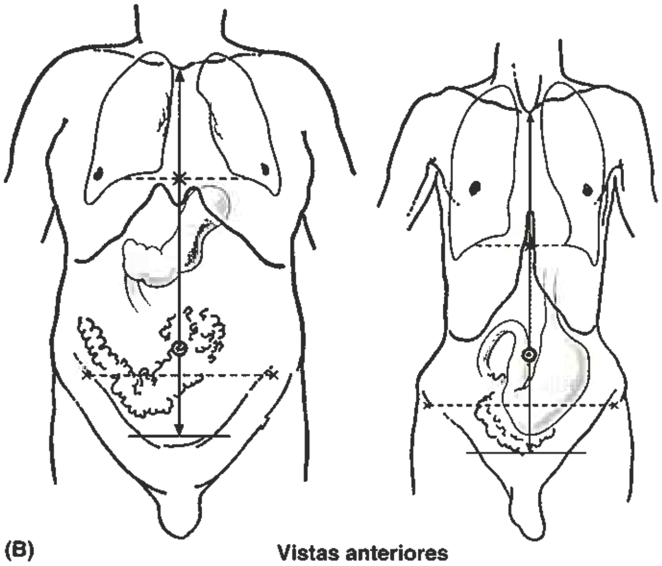
El tamaño, la forma y la posición del estómago pueden variar mucho entre personas con distintos biotipos (hábitos corporales), y cambian incluso en un mismo individuo como resultado de los movimientos del diafragma durante la respiración, del contenido del estómago (vacío respecto a después de una comida copiosa) y de la posición que adopte la persona. En posición supina, el estómago suele encontrarse en los cuadrantes superiores derecho e izquierdo, o en las regiones epigástrica, umbilical y del hipocondrio y flanco izquierdos (fig. 2-36A). En posición erecta, el estómago se mueve hacia abajo. En los individuos asténicos (delgados y poco musculosos), el cuerpo del estómago puede extenderse hasta la pelvis (fig. 2-36B).

El estómago tiene cuatro porciones (figs. 2-36A y 2-37A a C):

- El **cardias** es la porción que rodea el **orificio del cardias,** la abertura superior o entrada del estómago. En posición supina, el orificio del cardias suele encontrarse posterior al 6.º cartílago costal izquierdo, a 2-4 cm del plano medio, a nivel de la vértebra T11.
- El **fundus** gástrico es la porción superior dilatada del estómago, que se relaciona con la cúpula izquierda del diafragma y está limitada inferiormente por el plano horizontal del orificio del cardias. La **escotadura del cardias** se encuentra situada entre el esófago y el fundus. El fundus puede estar dilatado por la presencia de gas, líquido, alimentos o cualquier combinación de ellos. En posición supina, el fundus suele situarse posterior a la 6.ª costilla izquierda, en el plano de la LMC (fig. 2-36A).
- El **cuerpo,** la porción principal del estómago, se encuentra entre el fundus y el antro pilórico.
- La **porción pilórica** del estómago es la región de salida del estómago, en forma de embudo; su parte ancha, el **antro pilórico,** termina en el **conducto pilórico,** su parte más estrecha (fig. 2-37A a E). El **píloro** (del griego, guardián de la puerta) es la región esfinteriana, distal, de la porción pilórica. Es un



(A) **Vista anterior en decúbito supino**



(B) **Vistas anteriores**

FIGURA 2-36. **Anatomía de superficie y efecto del biotipo (hábito) sobre la forma y la posición del estómago. A.** Posición más habitual del estómago en una persona de complexión media en decúbito supino o prono. **B.** Los individuos hiperasténicos de complexión fuerte y con un tórax corto probablemente tengan el estómago en una posición alta y más transversal. En las personas con un físico asténico, estilizado, el estómago suele ser bajo y vertical.

engrosamiento de la capa circular de músculo liso, que controla la evacuación del contenido gástrico a través del **orificio pilórico** (abertura inferior o salida del estómago) en el duodeno (fig. 2-37D). El estómago se vacía intermitentemente cuando la presión intragástrica supera la resistencia del píloro. En condiciones normales, el píloro presenta una contracción tónica, excepto cuando expulsa el *quimo* (masa semilíquida). A intervalos regulares, el *peristaltismo gástrico* empuja el quimo a través del conducto y el orificio pilóricos hacia el intestino delgado, donde continuará su mezclado, digestión y absorción.

En posición supina, la porción pilórica del estómago se encuentra a nivel del **plano transpilórico,** a medio camino entre la escotadura yugular superiormente y la cresta del pubis inferiormente (fig. 2-36A). El plano cruza los 8.^{os} cartílagos costales y la vértebra L1. En posición erecta, su situación oscila entre las vértebras L2 y L4. El orificio pilórico se encuentra aproximadamente 1,25 cm a la derecha de la línea media.

El estómago también presenta dos curvaturas (fig. 2-37A a C):

- La **curvatura menor** forma el borde cóncavo, más corto, del estómago; la **escotadura angular** es la parte más inferior de la curvatura y señala la unión del cuerpo y la porción pilórica del estómago (fig. 2-37A y B). La escotadura angular se encuentra justo a la izquierda de la línea media.
- La **curvatura mayor** forma el borde convexo, más largo, del estómago. Pasa inferiormente hacia la izquierda desde la unión del 5.° espacio intercostal y la LMC, y luego se curva hacia la derecha, pasando profunda al cartílago izquierdo 9.° o 10.° mientras prosigue medialmente hasta alcanzar el antro pilórico.

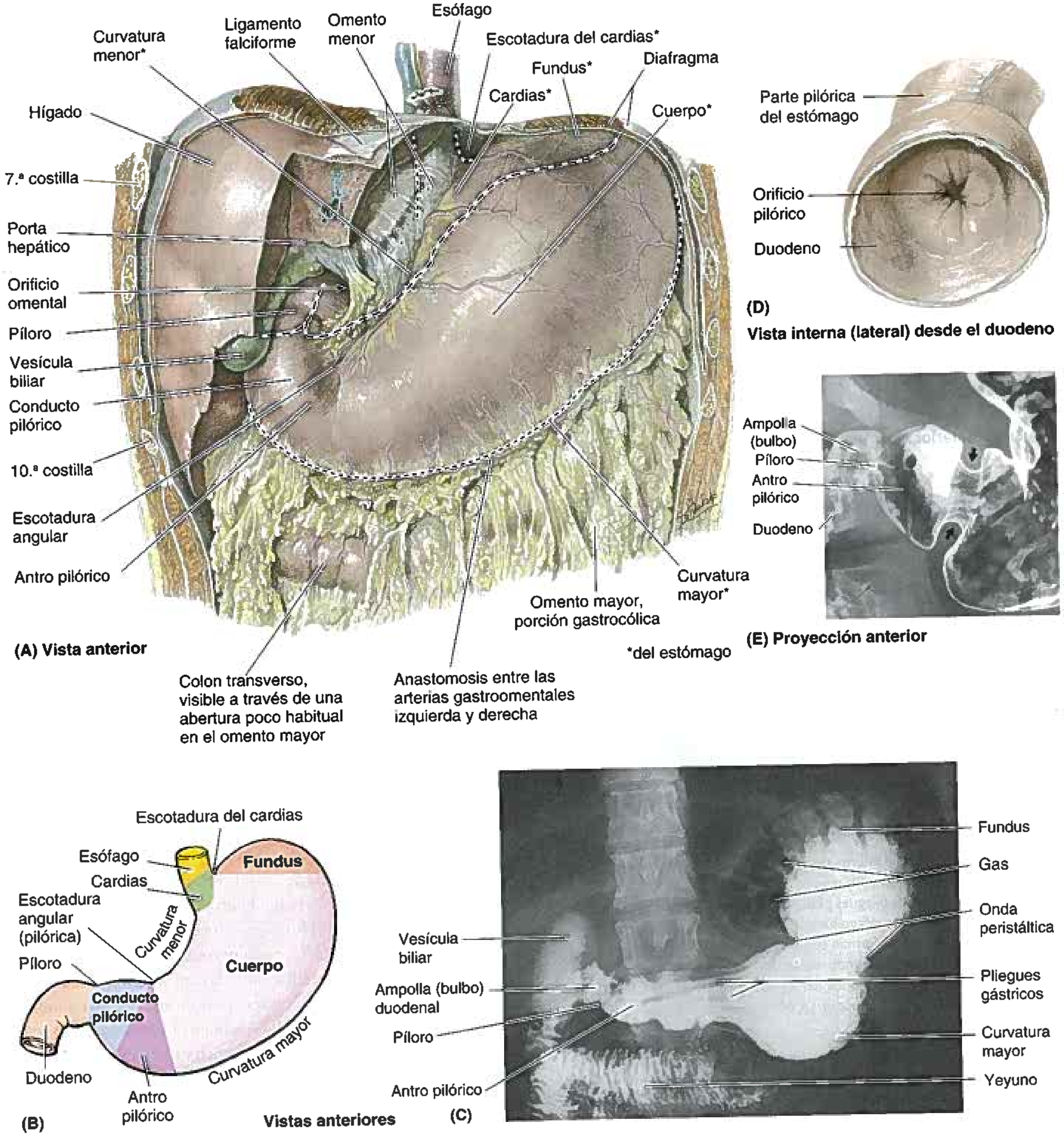
Debido a la desigual longitud de la curvatura menor a la derecha y la curvatura mayor a la izquierda, en la mayoría de la gente la forma del estómago recuerda a la letra J.

INTERIOR DEL ESTÓMAGO

La lisa superficie de la mucosa gástrica tiene un color marrón rojizo en vida, excepto en la región pilórica, que es rosa. En el individuo vivo está cubierta por una película mucosa continua que protege su superficie del ácido gástrico que segregan las glándulas del estómago. Cuando la mucosa gástrica se contrae, es lanzada al interior de los llamados **pliegues gástricos** longitudinales (fig. 2-38A y B). Estos pliegues son más marcados hacia la porción pilórica y a lo largo de la curvatura mayor. Durante la deglución se forma transitoriamente un **canal gástrico** entre los pliegues gástricos longitudinales a lo largo de la curvatura menor. Esto puede observarse tanto radiográfica como endoscópicamente. El canal gástrico se forma debido a la firme fijación de la mucosa gástrica a la capa mucosa, que en esta zona carece de la capa oblicua. Cuando la mayor parte del estómago está vacía, la saliva y pequeñas cantidades de alimentos masticados y otros líquidos pasan a través del canal gástrico hacia el conducto pilórico. Los pliegues gástricos se reducen y desaparecen a medida que el estómago se distiende (se llena).

RELACIONES DEL ESTÓMAGO

El estómago está cubierto por el peritoneo, excepto donde los vasos sanguíneos discurren a lo largo de sus curvaturas y en una pequeña área posterior al orificio del cardias (fig. 2-36A). Las dos hojas del omento menor se separan para extenderse alrededor del estómago y confluir de nuevo, de manera que en su curvatura mayor forman el omento mayor (v. figs. 2-28, 2-31 y 2-37A). Anteriormente, el estómago se relaciona con el diafragma, el lóbulo izquierdo del hígado y la pared anterior del abdomen. Posteriormente, el estómago se relaciona con la bolsa omental y el páncreas; la cara posterior del estómago constituye la mayor parte de la pared anterior de la bolsa omental (fig. 2-39A). El colon transverso se relaciona inferior y lateralmente con el estómago mientras discurre a lo largo de la curvatura mayor de éste hacia la flexura cólica izquierda.


Curvatura menor*
Ligamento falciforme
Omento menor
Esófago
Escotadura del cardias*
Fundus*
Diafragma
Cardias*
Cuerpo*
Hígado
7.ª costilla
Porta hepático
Orificio omental
Píloro
Vesícula biliar
Conducto pilórico
10.ª costilla
Escotadura angular
Antro pilórico
Omento mayor, porción gastrocólica
Curvatura mayor*
*del estómago
Colon transverso, visible a través de una abertura poco habitual en el omento mayor
Anastomosis entre las arterias gastroomentales izquierda y derecha
Parte pilórica del estómago
Orificio pilórico
Duodeno
Ampolla (bulbo)
Píloro
Antro pilórico
Duodeno
Escotadura del cardias
Esófago
Fundus
Cardias
Escotadura angular (pilórica)
Curvatura menor
Píloro
Cuerpo
Conducto pilórico
Curvatura mayor
Duodeno
Antro pilórico
Fundus
Gas
Onda peristáltica
Vesícula biliar
Pliegues gástricos
Ampolla (bulbo) duodenal
Píloro
Curvatura mayor
Antro pilórico
Yeyuno

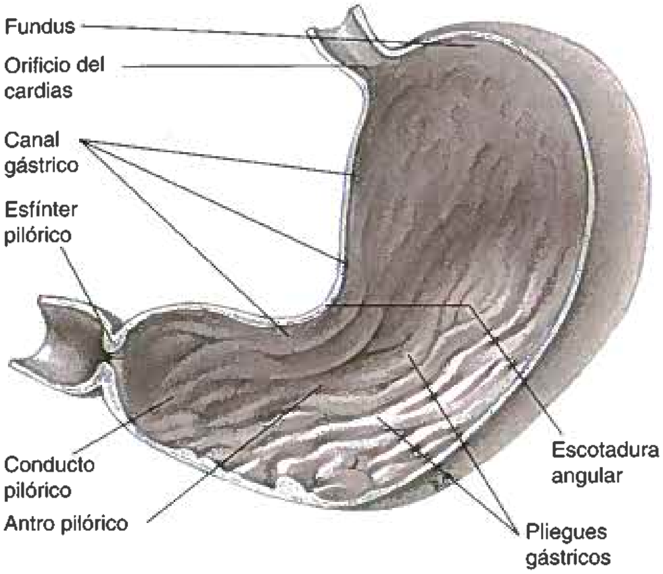
(A) Vista anterior

(D) Vista interna (lateral) desde el duodeno

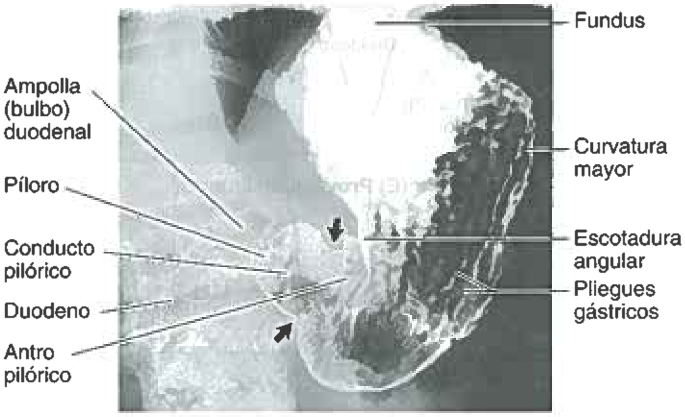
(E) Proyección anterior

(B) **Vistas anteriores** **(C)**

FIGURA 2-37. Estómago y porción abdominal del esófago. A. Se ha insuflado aire en el estómago. La parte izquierda del hígado se ha extirpado para poder apreciar el omento menor y el orificio omental. El área ocupada por el hígado intacto se indica con una *línea discontinua*. **B.** Partes del estómago. **C.** Radiografía del estómago tras la ingestión de una papilla baritada. Las ondas peristálticas circulares se inician en el cuerpo del estómago y progresan hacia el conducto pilórico, como se observa en **E** *(puntas de flecha)*, donde terminan. En este paciente en decúbito supino puede verse gas en el cardias y el fundus. **D.** El pronunciado estrechamiento de la parte final del estómago es el píloro. El orificio pilórico es la abertura del conducto pilórico en el duodeno. **E.** Radiografía que muestra la región pilórica del estómago y la parte superior del duodeno. (C y E por cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)



(A) Vista anterior



(B) Proyección anteroposterior

FIGURA 2-38. Superficie interna del estómago. A. Se ha eliminado la pared anterior del estómago para mostrar su interior. Al distenderse el estómago desaparecen los pliegues gástricos longitudinales. A lo largo de la curvatura menor, desde el esófago hasta el píloro, se extienden varios pliegues mucosos longitudinales que forman el canal gástrico por donde circulan los líquidos ingeridos. **B.** Radiografía del estómago tras la ingestión de una papilla baritada. Obsérvense la onda peristáltica en el estómago y los pliegues gástricos longitudinales de la mucosa. (A por cortesía del Dr. J. Helsin, Toronto, ON, Canada.)

El **lecho gástrico,** en el cual descansa el estómago cuando una persona se encuentra en decúbito supino, está formado por las estructuras que constituyen la pared posterior de la bolsa omental. De superior a inferior, el lecho gástrico está formado por la cúpula izquierda del diafragma, el bazo, el riñón y la glándula suprarrenal izquierdos, la arteria esplénica, el páncreas y el mesocolon transverso (fig. 2-39B).

VASOS Y NERVIOS DEL ESTÓMAGO

La abundante *vascularización arterial del estómago* se origina en el tronco celíaco y sus ramas (fig. 2-40; tabla 2-7). La mayor parte de la irrigación procede de anastomosis formadas a lo largo de la curvatura menor por las **arterias gástricas derecha** e **izquierda,** y a lo largo de la curvatura mayor por las **arterias gastroomentales (gastroepiploicas) derecha** e **izquierda.** El fundus y la porción superior del cuerpo del estómago reciben sangre de las **arterias gástricas cortas** y de la **arteria gástrica posterior.**

Las *venas gástricas* presentan una posición y un trayecto paralelos a los de las arterias (fig. 2-41). Las **venas gástricas izquierda** y **derecha** drenan directamente en la *vena porta hepática.* Las **venas gástricas cortas** y las **venas gastroomentales (gastroepiploicas) izquierdas** drenan en la *vena esplénica,* que luego se une a la vena mesentérica superior (VMS) para formar la vena porta hepática. La **vena gastroomental derecha** desemboca en la VMS. La **vena prepilórica** asciende sobre el píloro hacia la vena gástrica derecha. Dado que esta vena es muy visible en el individuo vivo, los cirujanos la utilizan para identificar el píloro.

Los **vasos linfáticos gástricos** (fig. 2-42A) acompañan a las arterias a lo largo de las curvaturas mayor y menor del estómago. Drenan la linfa de sus caras anterior y posterior hacia las curvaturas, donde se encuentran los **nódulos linfáticos gástricos** y **gastroomentales.** Los vasos eferentes de estos nódulos acompañan a las grandes arterias hasta los *nódulos linfáticos celíacos.* A continuación resumimos el *drenaje linfático del estómago:*

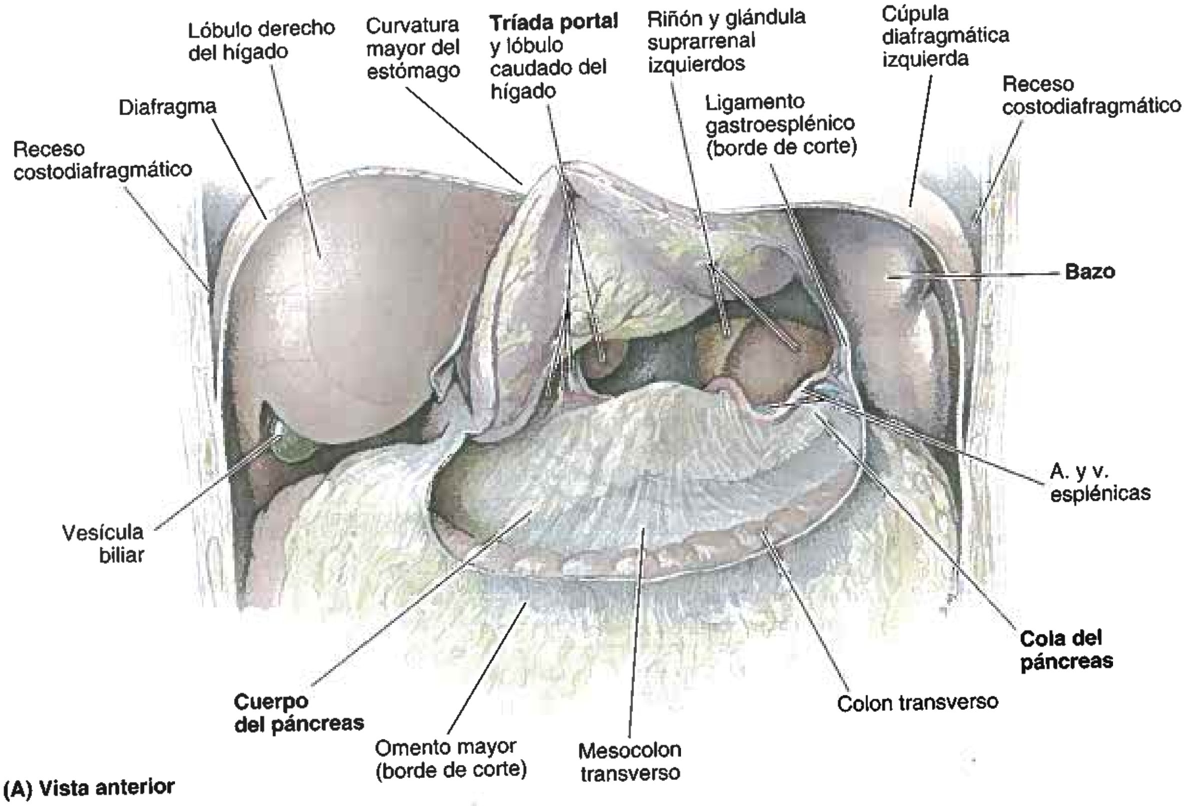
- La linfa de los dos tercios superiores del estómago drena en los **nódulos linfáticos gástricos,** a lo largo de los vasos gástricos derechos e izquierdos; la linfa del fundus y de la parte superior del cuerpo del estómago también drena en los **nódulos linfáticos pancreatoesplénicos,** a lo largo de las arterias gástricas cortas y los vasos gastroomentales izquierdos.
- La linfa de los dos tercios derechos del tercio inferior del estómago drena, a lo largo de los vasos gastroomentales derechos, en los **nódulos linfáticos pilóricos.**
- La linfa del tercio izquierdo de la curvatura mayor drena en los **nódulos linfáticos pancreatoduodenales,** que se localizan a lo largo de los vasos gástricos cortos y esplénicos.

La *inervación parasimpática del estómago* (fig. 2-42B) procede de los troncos vagales anterior y posterior, y de sus ramos, que entran en el abdomen a través del hiato esofágico.

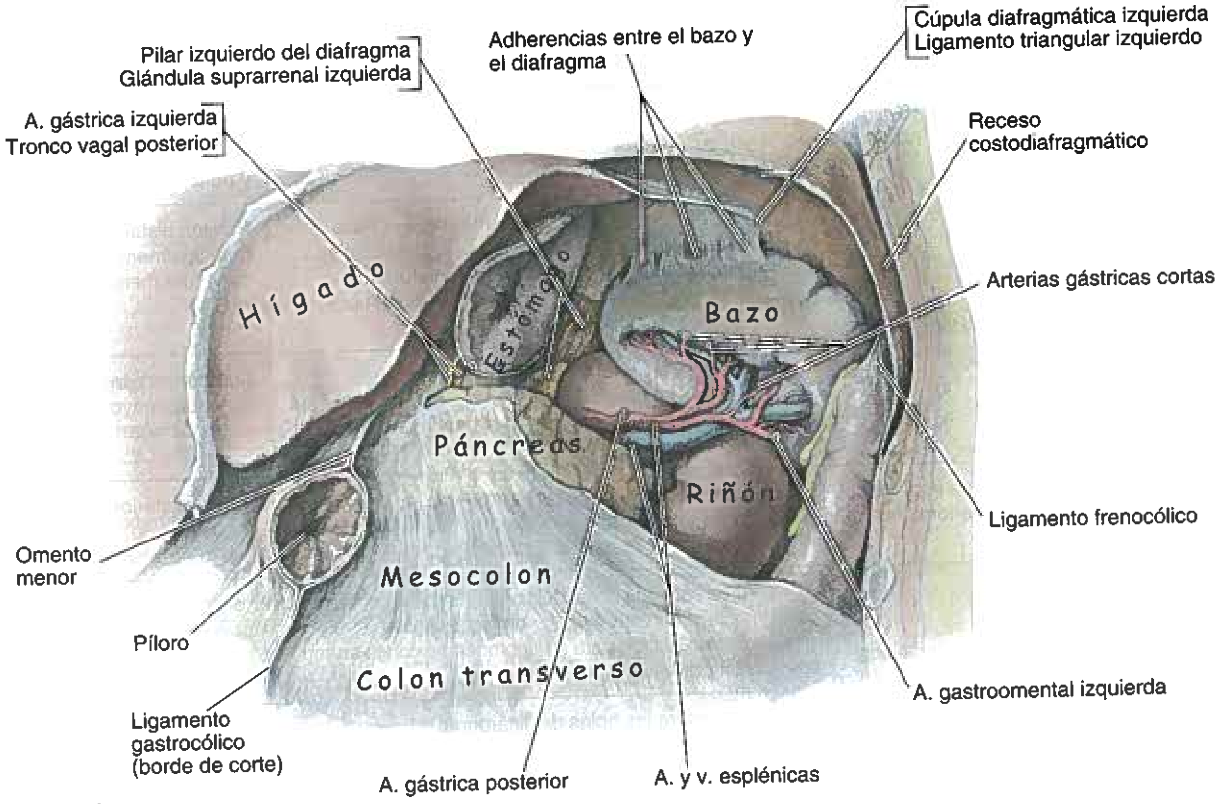
El **tronco vagal anterior,** que procede principalmente del nervio vago izquierdo (NC X), entra normalmente en el abdomen como un único ramo que se sitúa sobre la cara anterior del esófago. Se dirige hacia la curvatura menor del estómago, donde emite los ramos hepático y duodenal, que abandonan el estómago en el ligamento hepatoduodenal. El resto del tronco vagal anterior continúa a lo largo de la curvatura menor, dando lugar a los ramos gástricos anteriores.

El **tronco vagal posterior,** más grande, procede principalmente del nervio vago derecho. Entra en el abdomen por la cara posterior del esófago y pasa hacia la curvatura menor del estómago. El tronco vagal posterior aporta ramos para las caras anterior y posterior del estómago. Emite un ramo celíaco, que alcanza el **plexo celíaco,** y luego continúa a lo largo de la curvatura menor, originando los ramos gástricos posteriores.

La *inervación simpática del estómago* proviene de los segmentos T6-9 de la médula espinal, pasa por el plexo celíaco a través del *nervio esplácnico mayor* y se distribuye formando plexos alrededor de las arterias gástricas y gastroomentales. (V. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301.)


Lóbulo derecho del hígado
Curvatura mayor del estómago
Tríada portal y lóbulo caudado del hígado
Riñón y glándula suprarrenal izquierdos
Cúpula diafragmática izquierda
Receso costodiafragmático
Diafragma
Ligamento gastroesplénico (borde de corte)
Receso costodiafragmático
Bazo
A. y v. esplénicas
Vesícula biliar
Cola del páncreas
Colon transverso
Cuerpo del páncreas
Omento mayor (borde de corte)
Mesocolon transverso

(A) Vista anterior


Pilar izquierdo del diafragma
Glándula suprarrenal izquierda
Adherencias entre el bazo y el diafragma
Cúpula diafragmática izquierda
Ligamento triangular izquierdo
A. gástrica izquierda
Tronco vagal posterior
Receso costodiafragmático
Arterias gástricas cortas
Hígado
Estómago
Bazo
Páncreas
Riñón
Ligamento frenocólico
Omento menor
Mesocolon
Píloro
Colon transverso
A. gastroomental izquierda
Ligamento gastrocólico (borde de corte)
A. gástrica posterior
A. y v. esplénicas

(B) Vista anterior

FIGURA 2-39. Bolsa omental y lecho del estómago. A. La bolsa omental, el omento mayor y el ligamento gastroesplénico se han seccionado a lo largo de la curvatura mayor del estómago, y éste se ha reflejado hacia arriba para abrir la bolsa por delante. En el extremo derecho de la bolsa pueden verse dos de los límites del orificio omental: la raíz inferior del ligamento hepatoduodenal (que contiene la tríada portal) y el lóbulo caudado del hígado. **B.** Se ha extirpado el estómago y la mayor parte del omento menor, y se ha eliminado gran parte del peritoneo de la pared posterior de la bolsa omental que recubre el lecho del estómago con el objetivo de mostrar los órganos situados en el lecho. Aunque las adherencias, como las que unen el bazo con el diafragma en la ilustración, son hallazgos necrópsicos habituales, no corresponden a la anatomía normal.

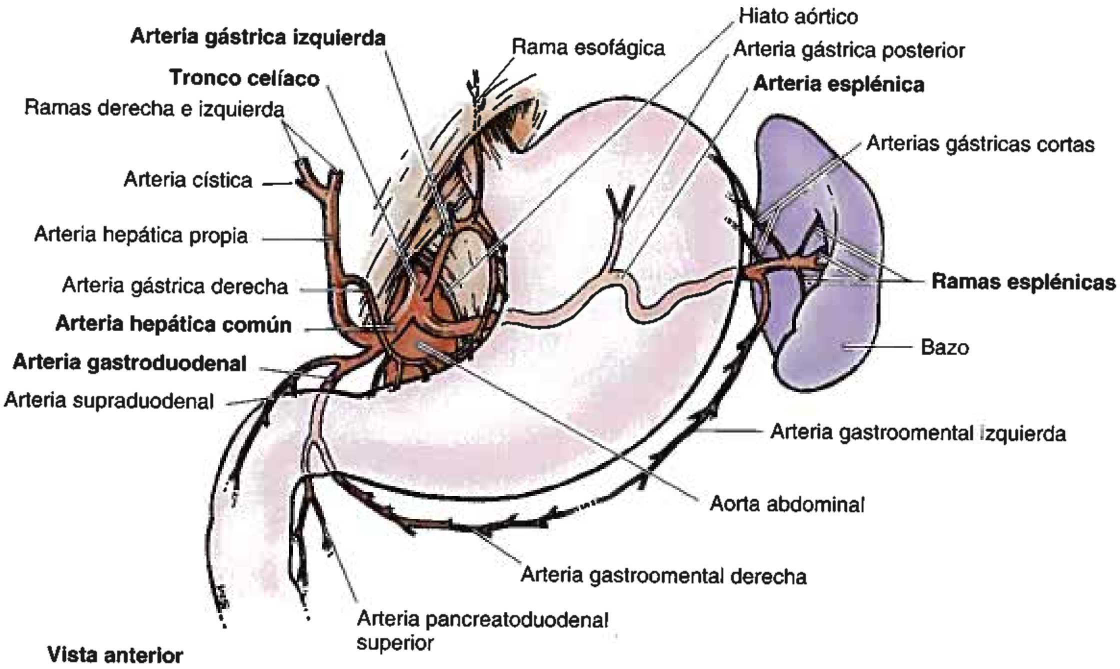

Hiato aórtico
Arteria gástrica izquierda
Rama esofágica
Arteria gástrica posterior
Tronco celíaco
Arteria esplénica
Ramas derecha e izquierda
Arterias gástricas cortas
Arteria cística
Arteria hepática propia
Arteria gástrica derecha
Ramas esplénicas
Arteria hepática común
Bazo
Arteria gastroduodenal
Arteria supraduodenal
Arteria gastroomental izquierda
Aorta abdominal
Arteria gastroomental derecha
Arteria pancreatoduodenal superior
Vista anterior

FIGURA 2-40. Arterias del estómago, el duodeno y el bazo. La irrigación arterial de la porción abdominal del esófago, el estómago, el duodeno superior (porciones superior y descendente alta) y el bazo proviene de la arteria celíaca. Las ramas directas del tronco celíaco se han rotulado en negrita.

TABLA 2-7. IRRIGACIÓN ARTERIAL DE LOS DERIVADOS ABDOMINALES DEL INTESTINO ANTERIOR: ESÓFAGO, ESTÓMAGO, HÍGADO, VESÍCULA BILIAR, PÁNCREAS Y BAZO

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Tronco celíaco	Aorta abdominal (a nivel del hiato aórtico)	Tras un corto recorrido anteroinferior, se divide en las arterias esplénica y hepática común	Esófago, estómago, duodeno proximal, hígado, aparato biliar y páncreas
Gástrica izquierda	Tronco celíaco	Asciende retroperitonealmente hacia el hiato esofágico, dando origen a una rama esofágica, luego discurre a lo largo de la curvatura menor del estómago para anastomosarse con la arteria gástrica derecha	Porción distal del esófago (principalmente abdominal) y curvatura menor del estómago
Esplénica		Discurre retroperitonealmente a lo largo del borde superior del páncreas, luego pasa entre las hojas del ligamento esplenorrenal hacia el hilio esplénico	Cuerpo del páncreas, bazo y curvatura mayor y pared posterior del estómago
Gástrica posterior	Arteria esplénica, posterior al estómago	Asciende retroperitonealmente a lo largo de la pared posterior de la bolsa omental menor hasta entrar en el ligamento gastrofrénico	Pared posterior y fundus del estómago
Gastroomental (gastroepiploica) izquierda	Arteria esplénica en el hilio esplénico	Pasa entre las hojas del ligamento gastroesplénico hacia la curvatura mayor del estómago en el omento mayor, para anastomosarse con la arteria gastroomental derecha	Porción izquierda de la curvatura mayor del estómago
Gástricas cortas ($n = 4$ o 5)		Pasa entre las hojas del ligamento gastroesplénico hacia el fundus del estómago	Fundus del estómago
Hepática[a]	Tronco celíaco	Pasa retroperitonealmente hasta alcanzar el ligamento hepatoduodenal y pasa entre sus hojas hasta el porta hepático; se divide en las arterias hepáticas derecha e izquierda	Hígado, vesícula biliar y vías biliares, estómago, páncreas, duodeno y lóbulos respectivos del hígado

TABLA 2-7. IRRIGACIÓN ARTERIAL DE LOS DERIVADOS ABDOMINALES DEL INTESTINO ANTERIOR: ESÓFAGO, ESTÓMAGO, HÍGADO, VESÍCULA BILIAR, PÁNCREAS Y BAZO *(Continuación)*

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Cística	Arteria hepática derecha	Se origina en el ligamento hepatoduodenal (en el triángulo cistohepático de Calot)	Vesícula biliar y conducto cístico
Gástrica derecha	Arteria hepática común	Discurre a lo largo de la curvatura menor del estómago hasta anastomosarse con la arteria gástrica izquierda	Porción derecha de la curvatura menor del estómago
Gastroduodenal		Desciende retroperitonealmente posterior a la unión gastroduodenal	Estómago, páncreas, porción superior (1.ª) del duodeno y porción distal del conducto colédoco
Gastroomental (gastroepiploica) derecha	Arteria gastroduodenal	Pasa entre las hojas del omento mayor hacia la curvatura mayor del estómago hasta anastomosarse con la arteria gastroomental izquierda	Porción derecha de la curvatura mayor del estómago
Pancreatoduodenal superior		Se divide en arterias anterior y posterior que descienden por ambos lados de la cabeza del páncreas, anastomosándose con las ramas correspondientes de la arteria pancreatoduodenal inferior	Porción proximal del duodeno y parte superior de la cabeza del páncreas
Pancreatoduodenal inferior	Arteria mesentérica superior	Se divide en arterias anterior y posterior que ascienden por ambos lados de la cabeza del páncreas, anastomosándose con las ramas correspondientes de la arteria pancreatoduodenal superior	Porción distal del duodeno y cabeza del páncreas

[a] A efectos descriptivos, la arteria hepática se divide a menudo en la *arteria hepática común*, desde su origen hasta el origen de la arteria gastroduodenal, y el resto del vaso se denomina *arteria hepática propia*.

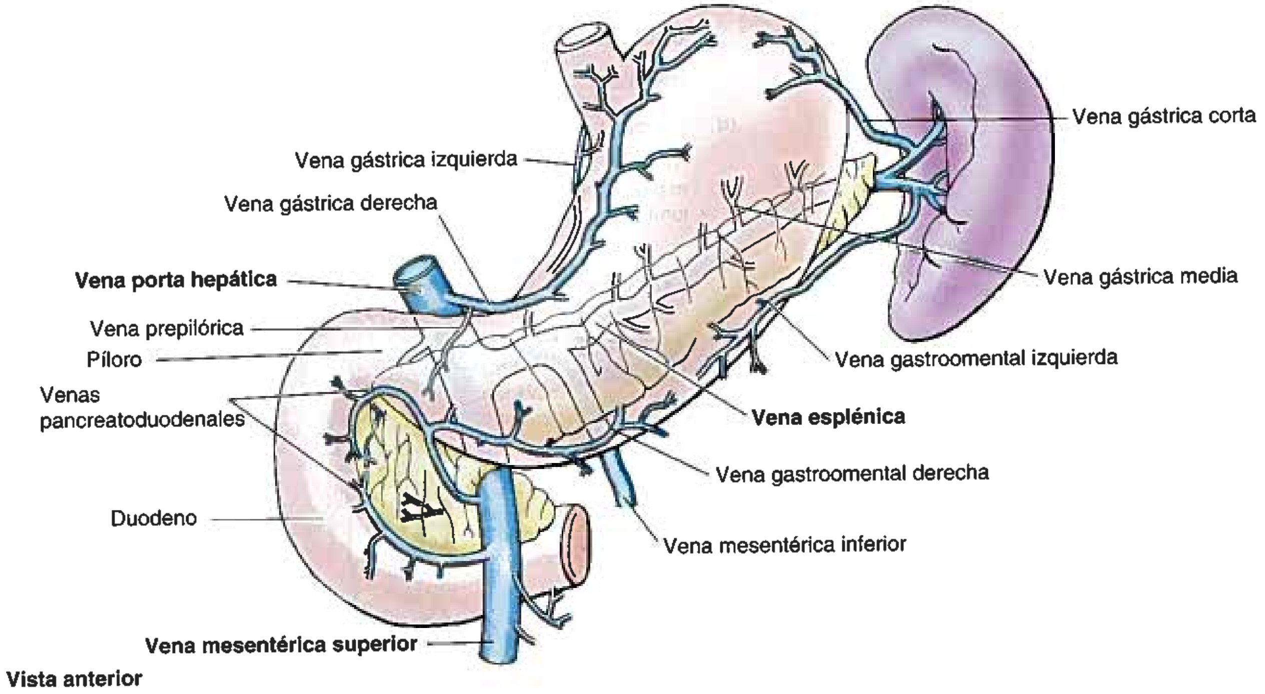
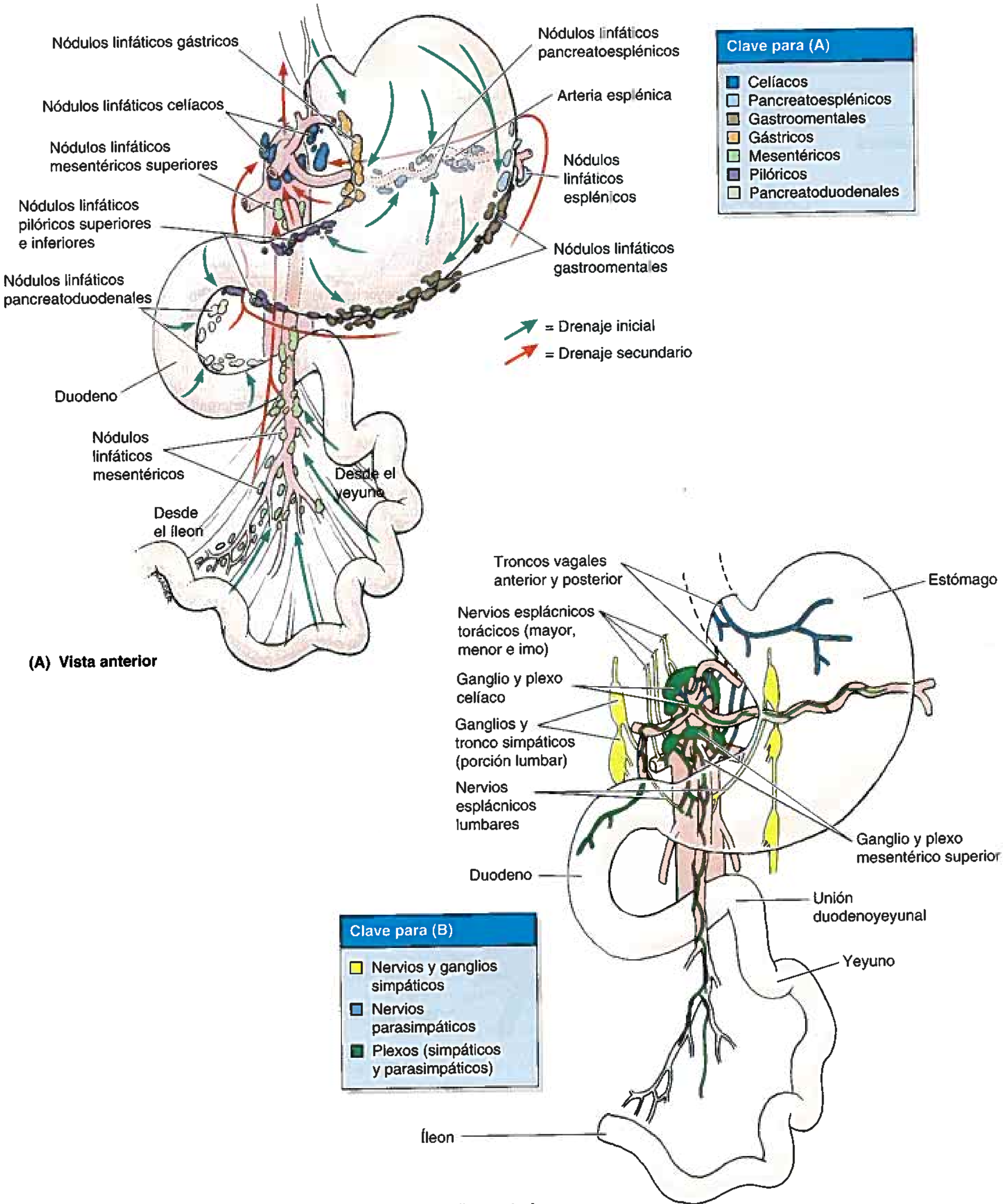

Vena gástrica corta
Vena gástrica izquierda
Vena gástrica derecha
Vena porta hepática
Vena gástrica media
Vena prepilórica
Píloro
Vena gastroomental izquierda
Venas pancreatoduodenales
Vena esplénica
Vena gastroomental derecha
Duodeno
Vena mesentérica inferior
Vena mesentérica superior
Vista anterior

FIGURA 2-41. Venas del estómago, el duodeno y el bazo. El drenaje venoso de la porción abdominal del esófago, el estómago, el duodeno superior (porciones superior y descendente alta) y el bazo se produce a través de la vena porta hepática, ya sea directamente o de forma indirecta a través de la vena esplénica o de la vena mesentérica superior. Las venas gástricas duplican la posición y recorrido de las arterias.


Nódulos linfáticos gástricos
Nódulos linfáticos celíacos
Nódulos linfáticos mesentéricos superiores
Nódulos linfáticos pilóricos superiores e inferiores
Nódulos linfáticos pancreatoduodenales
Duodeno
Nódulos linfáticos mesentéricos
Desde el íleon
Desde el yeyuno
Nódulos linfáticos pancreatoesplénicos
Arteria esplénica
Nódulos linfáticos esplénicos
Nódulos linfáticos gastroomentales
= Drenaje inicial
= Drenaje secundario
Clave para (A)
■ Celíacos
□ Pancreatoesplénicos
■ Gastroomentales
■ Gástricos
■ Mesentéricos
■ Pilóricos
□ Pancreatoduodenales
Troncos vagales anterior y posterior
Nervios esplácnicos torácicos (mayor, menor e imo)
Ganglio y plexo celíaco
Ganglios y tronco simpáticos (porción lumbar)
Nervios esplácnicos lumbares
Duodeno
Estómago
Ganglio y plexo mesentérico superior
Unión duodenoyeyunal
Yeyuno
Íleon
Clave para (B)
■ Nervios y ganglios simpáticos
■ Nervios parasimpáticos
■ Plexos (simpáticos y parasimpáticos)

(A) Vista anterior

(B) Vista anterior

FIGURA 2-42. Drenaje linfático e inervación del estómago y el intestino delgado. A. Las *flechas* indican la dirección del flujo de linfa hacia los nódulos linfáticos. **B.** La inervación del estómago es tanto parasimpática, por los nervios vagos (NC X) a través del plexo esofágico, como simpática, a través del esplácnico mayor (abdominopélvico), el plexo celíaco y los plexos periarteriales.

Intestino delgado

El **intestino delgado,** constituido por el duodeno, el yeyuno y el íleon (fig. 2-43), es el lugar principal donde se absorben los nutrientes obtenidos de los materiales ingeridos. Se extiende desde el píloro hasta la unión ileocecal, donde el íleon se une al ciego, la primera porción del intestino grueso. La región pilórica del estómago se vacía en el duodeno, de forma que la admisión duodenal está regulada por el píloro.

DUODENO

El **duodeno** (del latín, anchura de doce dedos), la porción inicial y más corta (25 cm) del intestino delgado, es también la más ancha y fija. Sigue un curso en forma de C alrededor de la cabeza del páncreas (figs. 2-43C y 2-44A y C). El duodeno se inicia en el píloro, en el lado derecho, y termina en la **unión duodenoyeyunal,** en el lado izquierdo (fig. 2-44B y C). Esta unión tiene lugar aproximadamente a nivel de la vértebra L2, 2-3 cm a la izquierda de la línea media, y adopta la forma de un ángulo agudo, la **flexura duodenoyeyunal.** La mayoría del duodeno está fijado por peritoneo a estructuras de la pared posterior del abdomen y se considera parcialmente retroperitoneal. El duodeno puede dividirse en cuatro porciones (figs. 2-44C y 2-45; tabla 2-8):

- *Porción superior* (1.ª porción): corta (aproximadamente 5 cm), situada anterolateral al cuerpo de la vértebra L1.

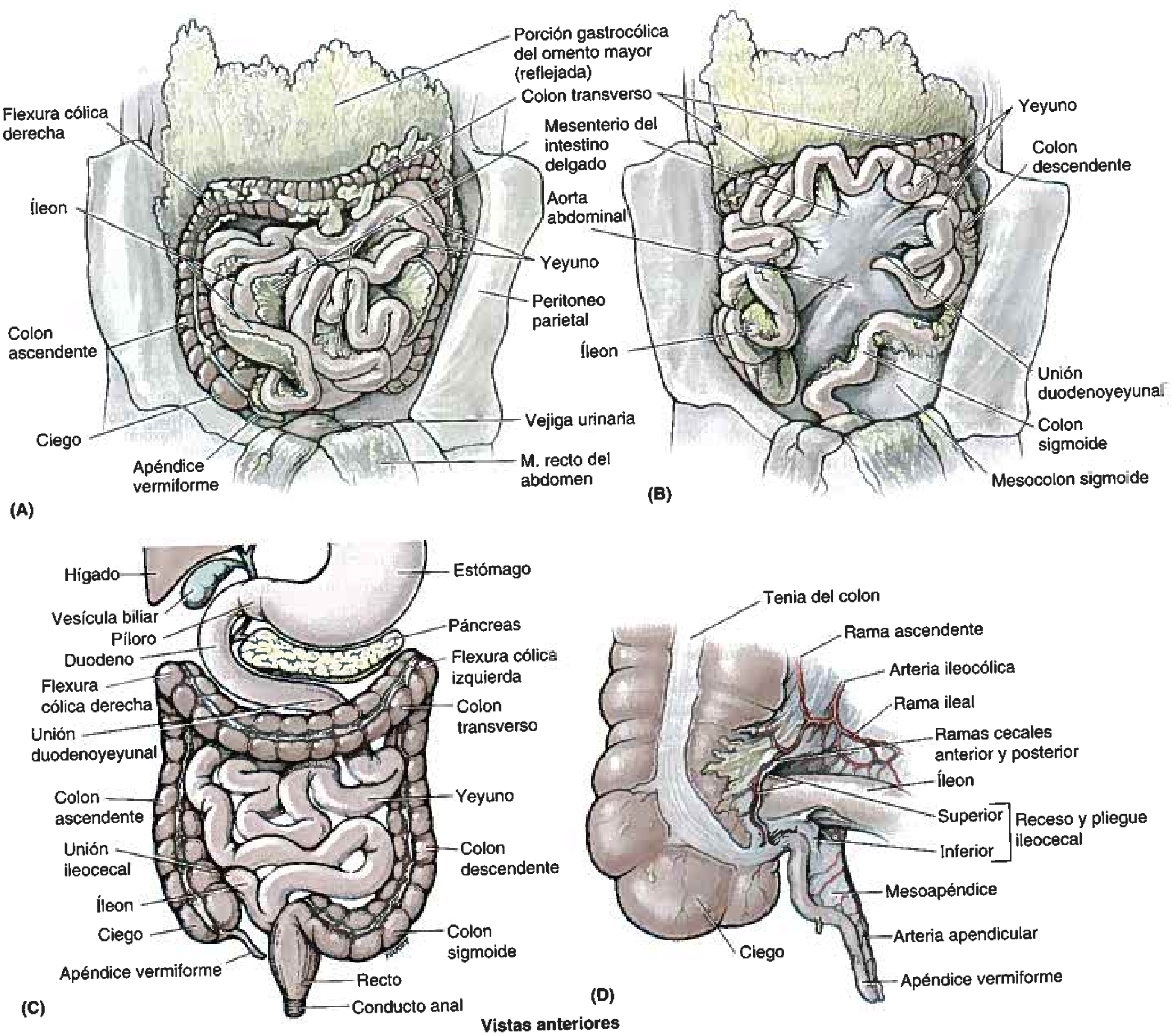

Porción gastrocólica del omento mayor (reflejada)
Colon transverso
Flexura cólica derecha
Mesenterio del intestino delgado
Íleon
Aorta abdominal
Yeyuno
Peritoneo parietal
Colon ascendente
Íleon
Ciego
Vejiga urinaria
Apéndice vermiforme
M. recto del abdomen
(A)
Yeyuno
Colon descendente
Unión duodenoyeyunal
Colon sigmoide
Mesocolon sigmoide
(B)
Hígado
Estómago
Vesícula biliar
Píloro
Páncreas
Duodeno
Flexura cólica izquierda
Flexura cólica derecha
Colon transverso
Unión duodenoyeyunal
Colon ascendente
Yeyuno
Unión ileocecal
Colon descendente
Íleon
Ciego
Colon sigmoide
Apéndice vermiforme
Recto
Conducto anal
(C)
Tenia del colon
Rama ascendente
Arteria ileocólica
Rama ileal
Ramas cecales anterior y posterior
Íleon
Superior
Inferior
Receso y pliegue ileocecal
Mesoapéndice
Arteria apendicular
Ciego
Apéndice vermiforme
(D)
Vistas anteriores

FIGURA 2-43. **Intestinos delgado y grueso. A.** Se observan los pliegues del intestino delgado *in situ*, rodeado por tres lados por el intestino grueso y expuesto doblando hacia arriba el omento mayor. **B.** Los pliegues del intestino delgado se han replegado hacia arriba para mostrar el mesenterio. **C.** Ilustración orientativa del aparato digestivo que muestra la posición general y las relaciones de los intestinos. **D.** Vascularización de la región ileocecal.

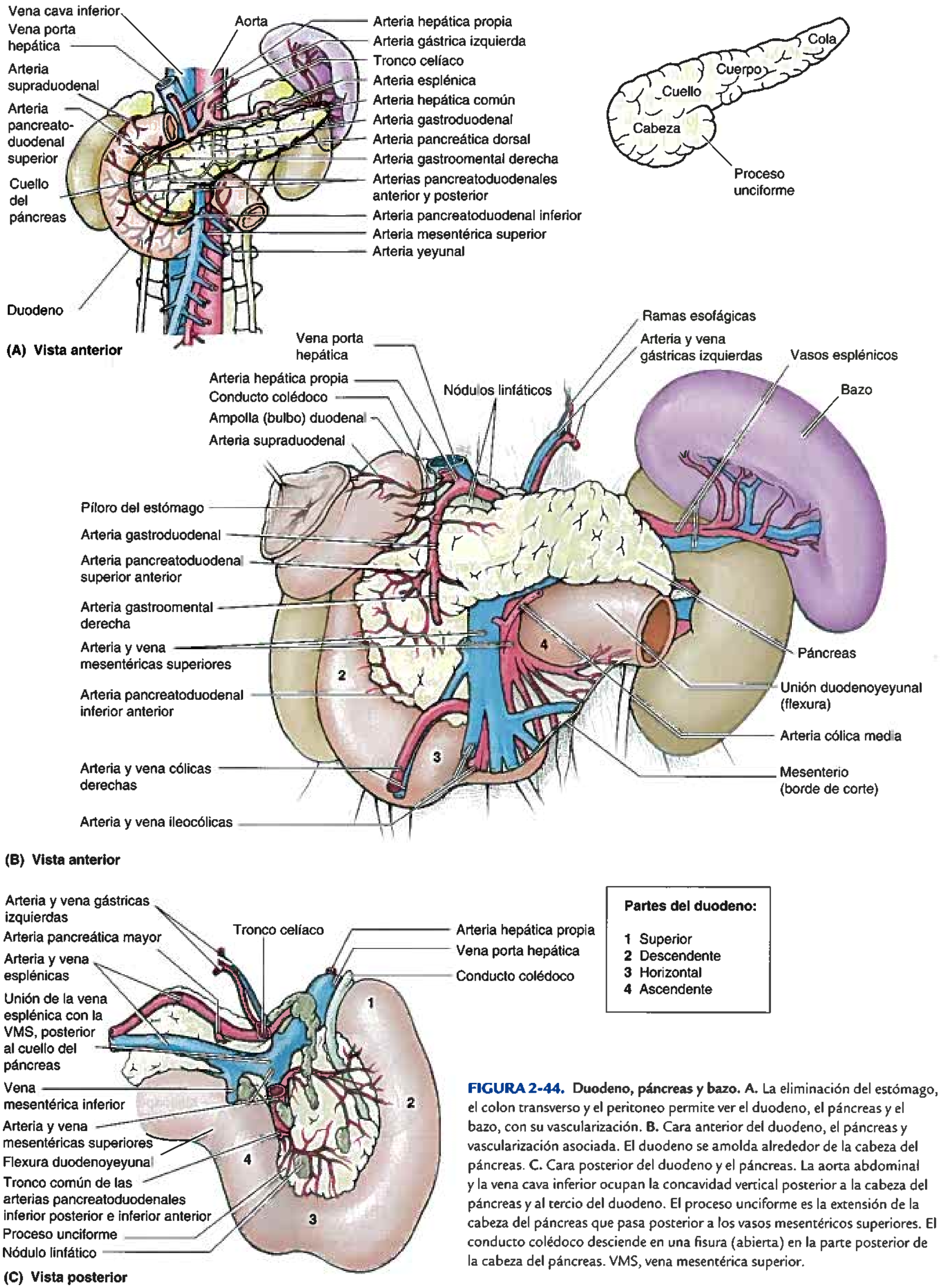

Vena cava inferior
Vena porta hepática
Arteria supraduodenal
Arteria pancreato-duodenal superior
Cuello del páncreas
Duodeno
Aorta
Arteria hepática propia
Arteria gástrica izquierda
Tronco celíaco
Arteria esplénica
Arteria hepática común
Arteria gastroduodenal
Arteria pancreática dorsal
Arteria gastroomental derecha
Arterias pancreatoduodenales anterior y posterior
Arteria pancreatoduodenal inferior
Arteria mesentérica superior
Arteria yeyunal
(A) Vista anterior
Cola
Cuerpo
Cuello
Cabeza
Proceso unciforme
Vena porta hepática
Arteria hepática propia
Conducto colédoco
Ampolla (bulbo) duodenal
Arteria supraduodenal
Nódulos linfáticos
Ramas esofágicas
Arteria y vena gástricas izquierdas
Vasos esplénicos
Bazo
Píloro del estómago
Arteria gastroduodenal
Arteria pancreatoduodenal superior anterior
Arteria gastroomental derecha
Arteria y vena mesentéricas superiores
Arteria pancreatoduodenal inferior anterior
Arteria y vena cólicas derechas
Arteria y vena ileocólicas
Páncreas
Unión duodenoyeyunal (flexura)
Arteria cólica media
Mesenterio (borde de corte)
1
2
3
4
(B) Vista anterior
Arteria y vena gástricas izquierdas
Arteria pancreática mayor
Arteria y vena esplénicas
Unión de la vena esplénica con la VMS, posterior al cuello del páncreas
Vena mesentérica inferior
Arteria y vena mesentéricas superiores
Flexura duodenoyeyunal
Tronco común de las arterias pancreatoduodenales inferior posterior e inferior anterior
Proceso unciforme
Nódulo linfático
Tronco celíaco
Arteria hepática propia
Vena porta hepática
Conducto colédoco
(C) Vista posterior
Partes del duodeno:
1 Superior
2 Descendente
3 Horizontal
4 Ascendente

FIGURA 2-44. **Duodeno, páncreas y bazo. A.** La eliminación del estómago, el colon transverso y el peritoneo permite ver el duodeno, el páncreas y el bazo, con su vascularización. **B.** Cara anterior del duodeno, el páncreas y vascularización asociada. El duodeno se amolda alrededor de la cabeza del páncreas. **C.** Cara posterior del duodeno y el páncreas. La aorta abdominal y la vena cava inferior ocupan la concavidad vertical posterior a la cabeza del páncreas y al tercio del duodeno. El proceso unciforme es la extensión de la cabeza del páncreas que pasa posterior a los vasos mesentéricos superiores. El conducto colédoco desciende en una fisura (abierta) en la parte posterior de la cabeza del páncreas. VMS, vena mesentérica superior.

- *Porción descendente* (2.ª porción): más larga (7-10 cm), desciende junto al lado derecho de las vértebras L1-3.
- *Porción horizontal* o inferior (3.ª porción): de 6-8 cm de longitud, cruza la vértebra L3.
- *Porción ascendente* (4.ª porción): corta (unos 5 cm), empieza a la izquierda de la vértebra L3 y asciende hasta el borde superior de la vértebra L2.

Los 2 cm iniciales de la porción superior del duodeno, inmediatamente distales al píloro, tienen un mesenterio y son móviles. Esta porción libre, denominada la **ampolla o bulbo duodenal,** tiene un aspecto distinto al del resto del duodeno cuando se observa radiográficamente utilizando un medio de contraste (fig. 2-37C y E). Los 3 cm distales de la porción superior y las otras tres porciones del duodeno carecen de mesenterio y no son móviles, puesto que son retroperitoneales. Las relaciones principales del duodeno se ilustran en las figuras 2-44 y 2-45, y se resumen en la tabla 2-8.

La **porción superior del duodeno** asciende desde el píloro y tiene sobre ella el hígado y la vesícula biliar. Su cara anterior está cubierta por peritoneo, pero está desnuda en su cara posterior, excepto en la ampolla. La porción proximal presenta superiormente la inserción del *ligamento hepatoduodenal* (parte del omento menor) e inferiormente la del omento mayor (v. fig. 2-26).

La **porción descendente del duodeno** discurre hacia abajo y se curva alrededor de la cabeza del páncreas (figs. 2-44 y 2-45; tabla 2-8). Inicialmente, se sitúa a la derecha y paralela a la VCI. El *conducto colédoco* y el *conducto pancreático principal* entran por su pared posteromedial. Normalmente, estos conductos se unen para formar la **ampolla hepatopancreática,** que se abre en una eminencia llamada **papila duodenal mayor,** localizada posteromedialmente en el duodeno descendente. La porción descendente del duodeno es totalmente retroperitoneal. La cara anterior de sus tercios proximal y distal esta cubierta de peritoneo; sin embargo, el peritoneo se refleja a partir de su tercio medio para formar el mesenterio bilaminar del colon transverso: el mesocolon transverso.

La **porción horizontal del duodeno** discurre transversalmente hacia la izquierda, pasando por encima de la VCI, la aorta y la vértebra L3. Sobre ella pasan la arteria y la vena mesentéricas superiores, y la raíz del mesenterio del yeyuno y el íleon. Superiormente se encuentra la cabeza del páncreas y su proceso unciforme. La cara anterior de su parte inferior está cubierta por peritoneo, excepto donde se cruza con los vasos mesentéricos superiores y la raíz del mesenterio. Posteriormente está separada de la columna vertebral por el músculo psoas mayor derecho, la VCI, la aorta y los vasos testiculares u ováricos derechos.

La **porción ascendente del duodeno** discurre superiormente y a lo largo del lado izquierdo de la aorta, hasta alcanzar el borde inferior del cuerpo del páncreas. Aquí se curva anteriormente para unirse al yeyuno en la flexura duodenoyeyunal, sostenida por la inserción del **músculo suspensorio del duodeno** (ligamento de Treitz). Este músculo está constituido por un fascículo de músculo esquelético del diafragma y una banda fibromuscular de músculo liso de la 3.ª y 4.ª porciones del duodeno. La contracción de este músculo suspensorio amplía el ángulo de la flexura duodenoyeyunal, facilitando el movimiento del contenido intestinal. El músculo suspensorio pasa posterior al páncreas y la vena esplénica, y anterior a la vena renal izquierda.

Las *arterias del duodeno* se originan en el tronco celíaco y en la arteria mesentérica superior (v. fig. 2-44). El tronco celíaco, a través de la **arteria gastroduodenal** y su rama, la **arteria pancreatoduodenal superior,** irriga el duodeno proximal a la entrada del conducto colédoco en la porción descendente del duodeno. La arteria mesentérica superior, a través de su rama, la **arteria pancreatoduodenal inferior,** irriga el duodeno distal a la entrada del conducto colédoco. Las arterias pancreatoduodenales se encuentran en la curva formada entre el duodeno y la cabeza del páncreas, e irrigan ambas estructuras. La anastomosis entre las arterias pancreatoduodenales superior e inferior (es decir, entre las arterias celíaca y mesentérica superior) se produce entre la entrada del conducto colédoco y la unión de las porciones descendente y horizontal del duodeno. En este punto tiene lugar una importante transición en el aporte de sangre del tubo digestivo: proximalmente, extendiéndose *oralmente* hasta la porción abdominal del esófago (inclusive), la sangre llega al tubo digestivo por el tronco celíaco; distalmente, extendiéndose *caudalmente* hasta la flexura cólica derecha, la sangre procede de la AMS. Esta transición del flujo sanguíneo tiene una base embriológica, ya que es la zona de unión del intestino anterior y el intestino medio.

Las *venas duodenales* acompañan a las arterias y drenan en la vena porta hepática; algunas drenan directamente y otras indirectamente, a través de las venas mesentérica superior y esplénica (fig. 2-41).

Los *vasos linfáticos del duodeno* acompañan a las arterias. Los *vasos linfáticos anteriores* drenan en los *nódulos linfáticos pancreatoduodenales* situados a lo largo de las arterias pancreatoduodenales superior e inferior, y en los *nódulos linfáticos pilóricos*, que se sitúan a lo largo de la arteria gastroduodenal (fig. 2-46). Los *vasos linfáticos posteriores* pasan posteriores a la cabeza del páncreas y drenan en los **nódulos linfáticos mesentéricos superiores.** Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos linfáticos duodenales drenan en los *nódulos linfáticos celíacos*.

Los *nervios del duodeno* proceden del *nervio vago* y de los *nervios esplácnicos (abdominopélvicos) mayor* y *menor* a través de los plexos celíaco y mesentérico superior. Posteriormente, llegan hasta el duodeno a través de plexos periarteriales que se extienden hacia las arterias pancreatoduodenales (v. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301).

YEYUNO E ÍLEON

La segunda porción del intestino, el **yeyuno,** empieza en la flexura duodenoyeyunal, donde el tubo digestivo recupera un curso intraperitoneal. La tercera porción del intestino, el **íleon,** termina en la **unión ileocecal,** la unión de la porción terminal del íleon y el ciego (figs. 2-43C y 2-47). En conjunto, el yeyuno y el íleon miden 6-7 m de largo. El yeyuno constituye, aproximadamente, dos quintas partes de la longitud de la porción intraperitoneal del intestino delgado, y el íleon forma el resto.

La mayor parte del yeyuno se encuentra en el cuadrante superior izquierdo (CSI) del compartimiento infracólico, mientras

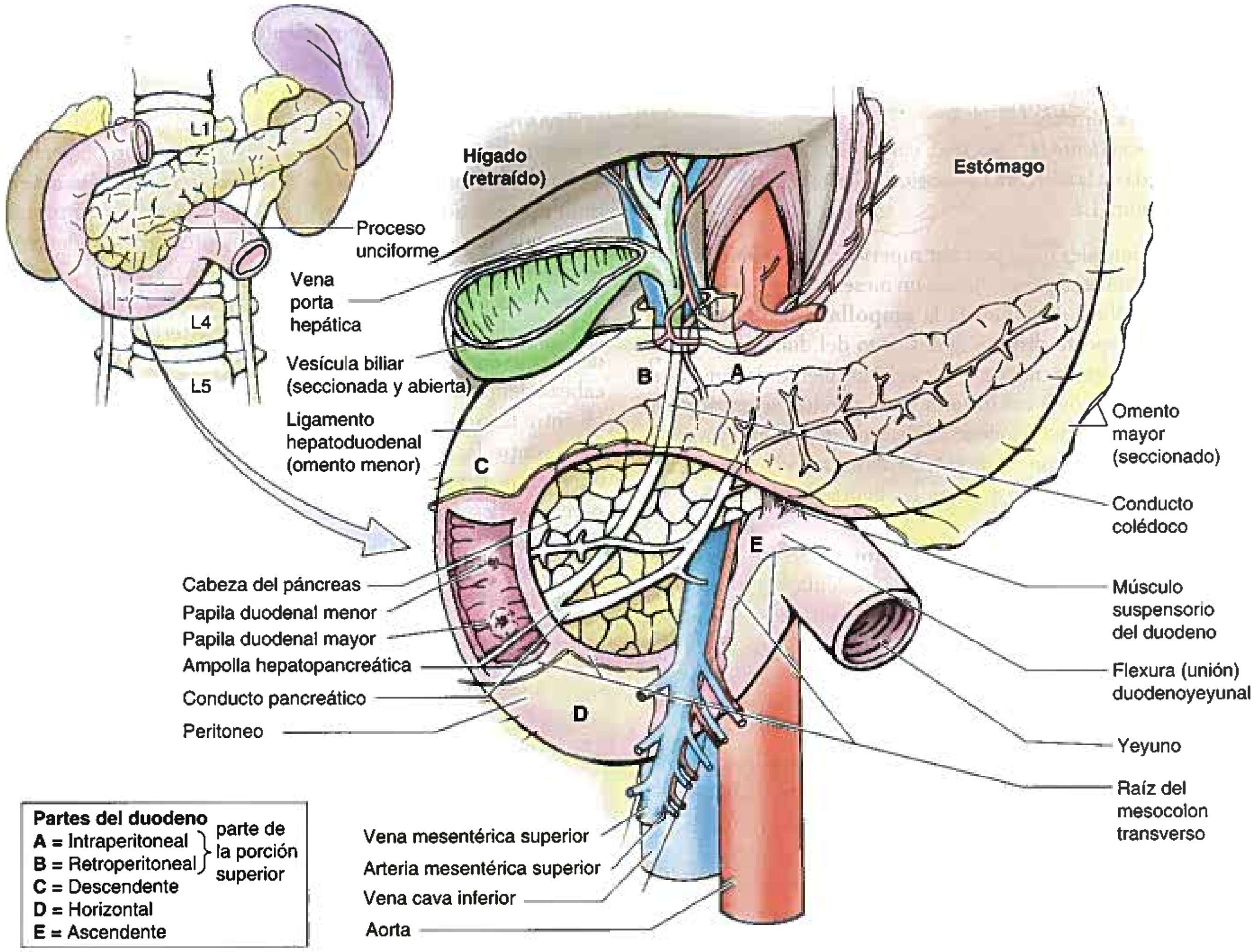

L1
L4
L5
Proceso unciforme
Vena porta hepática
Vesícula biliar (seccionada y abierta)
Ligamento hepatoduodenal (omento menor)
Hígado (retraído)
Estómago
A
B
C
D
E
Cabeza del páncreas
Papila duodenal menor
Papila duodenal mayor
Ampolla hepatopancreática
Conducto pancreático
Peritoneo
Omento mayor (seccionado)
Conducto colédoco
Músculo suspensorio del duodeno
Flexura (unión) duodenoyeyunal
Yeyuno
Raíz del mesocolon transverso
Vena mesentérica superior
Arteria mesentérica superior
Vena cava inferior
Aorta
Partes del duodeno
A = Intraperitoneal
B = Retroperitoneal
parte de la porción superior
C = Descendente
D = Horizontal
E = Ascendente

FIGURA 2-45. Relaciones del duodeno. El duodeno sigue un recorrido en forma de C alrededor de la cabeza del páncreas.

TABLA 2-8. RELACIONES DEL DUODENO

Porción del duodeno	Anterior	Posterior	Medial	Superior	Inferior	Nivel vertebral
Porción superior (1.ª) **(A y B)**	Peritoneo Vesícula biliar Lóbulo cuadrado del hígado	Conducto colédoco Arteria gastroduodenal Vena porta hepática VCI	Píloro	Cuello de la vesícula biliar	Cuello del páncreas	Anterolateral a la vértebra L1
Porción descendente (2.ª) **(C)**	Colon transverso Mesocolon transverso Asas de intestino delgado	Hilio del riñón derecho Vasos renales Uréter Psoas mayor	Cabeza del páncreas Conducto pancreático Conducto colédoco	Porción superior del duodeno	Porción inferior del duodeno	A la derecha de las vértebras L2-3
Porción horizontal o inferior (3.ª) **(D)**	AMS VMS Asas de intestino delgado	Psoas mayor derecho VCI Aorta Uréter derecho		Cabeza y proceso unciforme del páncreas VMS AMS	Asas de intestino delgado (íleon)	Anterior a la vértebra L3
Porción ascendente (4.ª) **(E)**	Principio de la raíz del mesenterio Asas de yeyuno	Psoas mayor izquierdo Borde izquierdo de la aorta	AMS, VMS, proceso unciforme del páncreas	Cuerpo del páncreas	Asas de yeyuno	A la izquierda de la vértebra L3

AMS, arteria mesentérica superior; VCI, vena cava inferior; VMS, vena mesentérica superior.

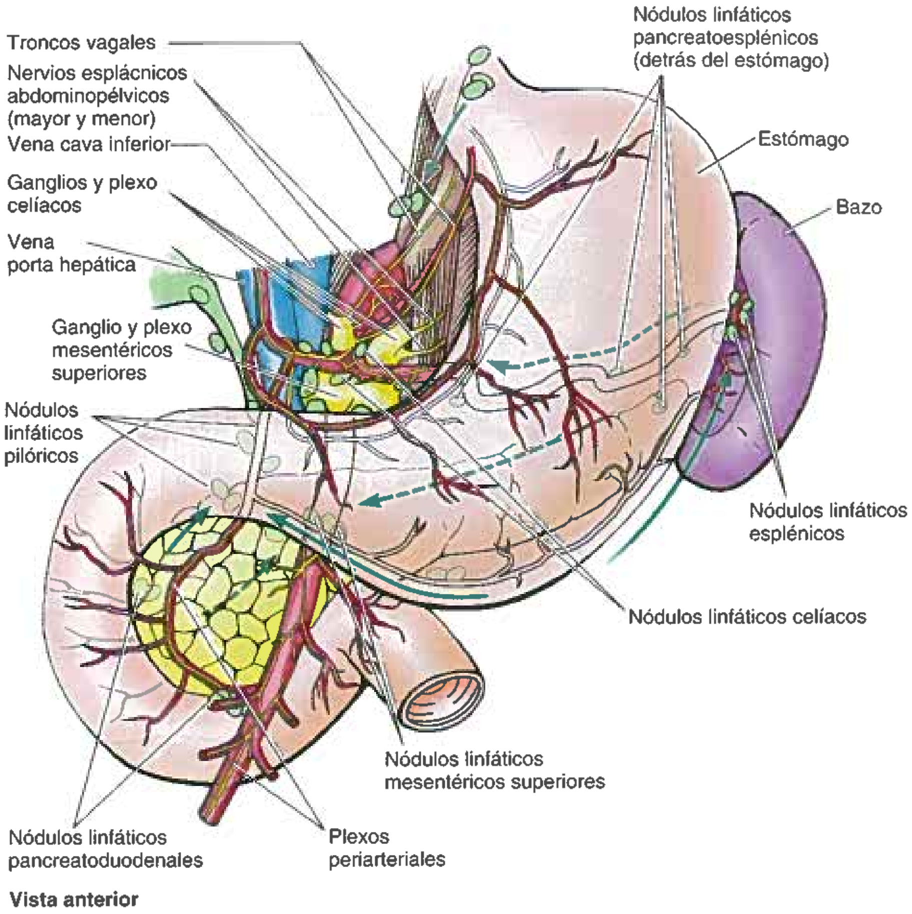

Troncos vagales
Nervios esplácnicos abdominopélvicos (mayor y menor)
Vena cava inferior
Ganglios y plexo celíacos
Vena porta hepática
Ganglio y plexo mesentéricos superiores
Nódulos linfáticos pilóricos
Nódulos linfáticos pancreatoesplénicos (detrás del estómago)
Estómago
Bazo
Nódulos linfáticos esplénicos
Nódulos linfáticos celíacos
Nódulos linfáticos mesentéricos superiores
Nódulos linfáticos pancreatoduodenales
Plexos periarteriales
Vista anterior

FIGURA 2-46. **Drenaje linfático e inervación del duodeno, el páncreas y el bazo.** La estrecha relación posicional de estos órganos hace que compartan vasos sanguíneos, vasos linfáticos y vías nerviosas, total o parcialmente.

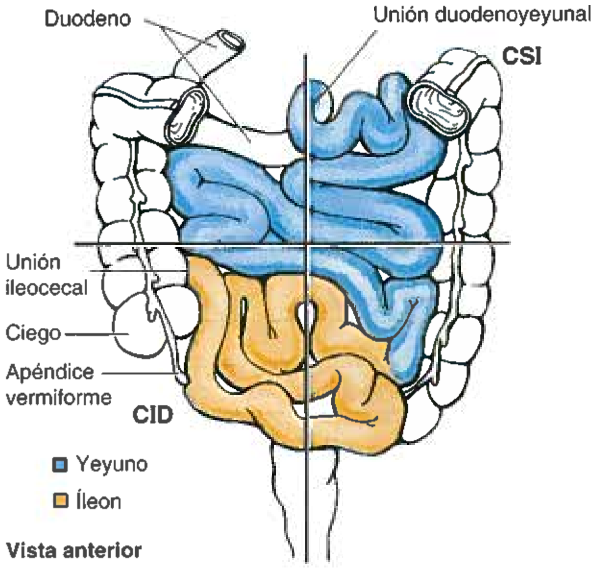
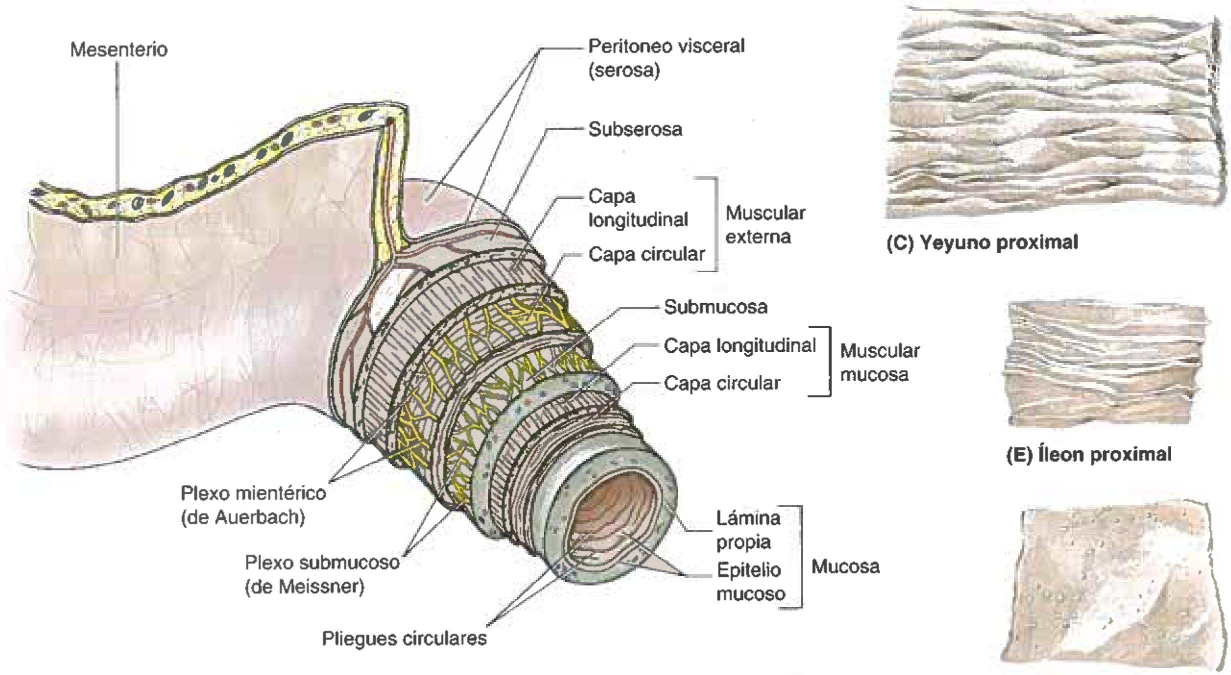

Duodeno
Unión duodenoyeyunal
CSI
Unión ileocecal
Ciego
Apéndice vermiforme
CID
🟦 Yeyuno
🟧 Íleon
Vista anterior

FIGURA 2-47. **Yeyuno e íleon.** El yeyuno empieza en la flexura duodenoyeyunal y el íleon termina en el ciego. En ocasiones se utiliza el término conjunto yeyunoíleon, como expresión del hecho de que no existe una línea de demarcación externa clara entre el yeyuno y el íleon. CID, cuadrante inferior derecho; CSI, cuadrante superior izquierdo.

que la mayoría del íleon se encuentra en el cuadrante inferior derecho (CID). La porción terminal del íleon suele situarse en la pelvis, desde donde asciende para terminar en la cara medial del ciego. Aunque no existe una línea de demarcación clara entre el yeyuno y el íleon, tienen características diferentes que son quirúrgicamente relevantes (fig. 2-48B a E; tabla 2-9).

El **mesenterio,** un pliegue peritoneal en forma de abanico, une el yeyuno y el íleon a la pared posterior del abdomen (v. figs. 2-43B y 2-48A). El origen o **raíz del mesenterio** (de unos 15 cm de longitud) se dirige oblicuamente, hacia abajo y a la derecha (fig. 2-49A). Se extiende desde la unión duodenoyeyunal, en el lado izquierdo de la vértebra L2, hasta la unión ileocólica y la articulación sacroilíaca derecha. La longitud aproximada del mesenterio, desde su raíz hasta el borde intestinal, es de 20 cm. La raíz del mesenterio cruza (sucesivamente) las porciones ascendente y horizontal del duodeno, la aorta abdominal, la vena cava inferior, el uréter derecho, el músculo psoas mayor derecho y los vasos testiculares u ováricos derechos. Entre las dos hojas del mesenterio se encuentran los vasos mesentéricos superiores, nódulos linfáticos, una cantidad variable de grasa y los nervios autónomos.

La **arteria mesentérica superior** (AMS) irriga el yeyuno y el íleon a través de **arterias yeyunales** e **ileales** (fig. 2-49B).

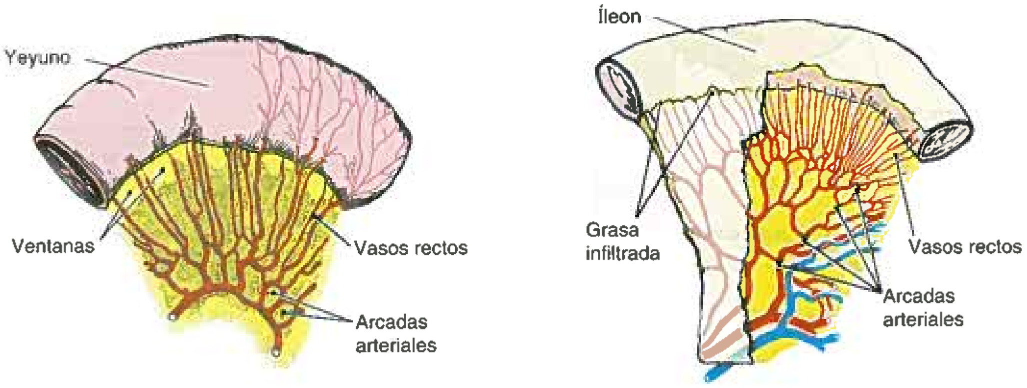

Mesenterio
Peritoneo visceral (serosa)
Subserosa
Capa longitudinal
Capa circular
Muscular externa
Submucosa
Capa longitudinal
Capa circular
Muscular mucosa
Lámina propia
Epitelio mucoso
Mucosa
Plexo mientérico (de Auerbach)
Plexo submucoso (de Meissner)
Pliegues circulares

(A) Mesenterio y pared del intestino delgado

(C) Yeyuno proximal

(E) Íleon proximal

(F) Íleon terminal


Yeyuno
Ventanas
Vasos rectos
Arcadas arteriales
Íleon
Grasa infiltrada
Vasos rectos
Arcadas arteriales

(B) Arterias del yeyuno

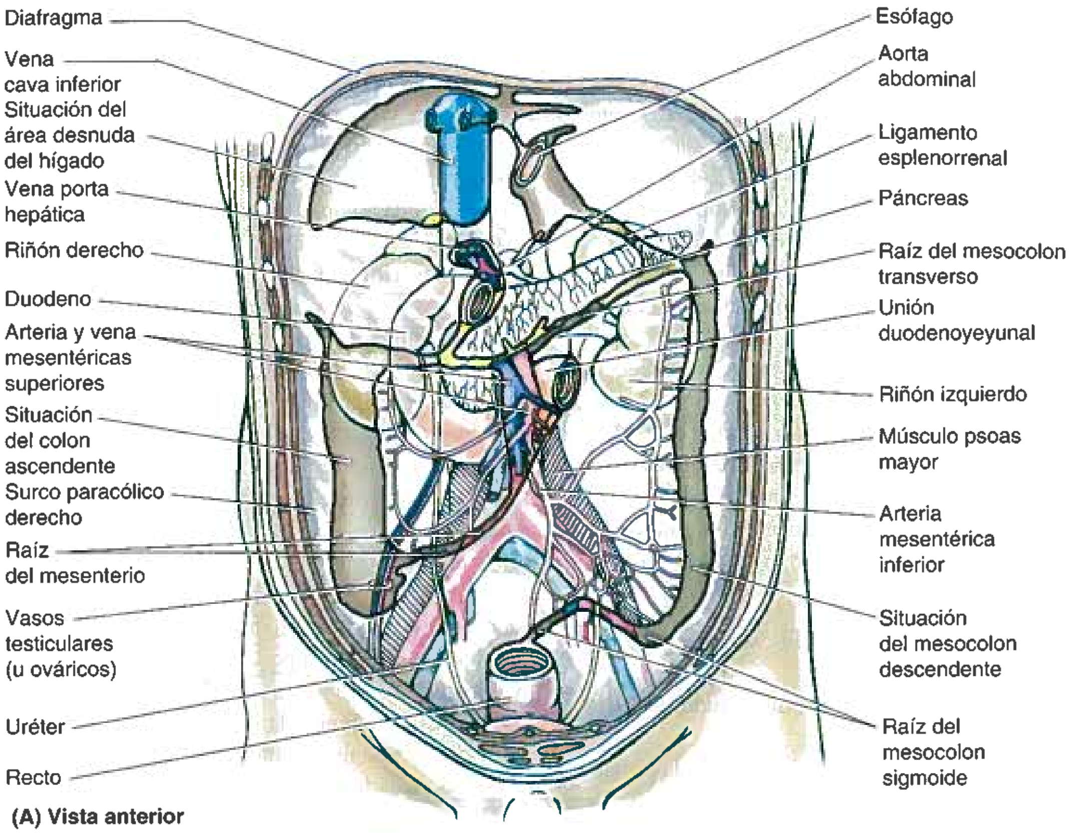
(D) Arterias del íleon

FIGURA 2-48. Estructura del mesenterio y el intestino delgado: características distintivas del yeyuno y el íleon. A. El mesenterio es un pliegue de peritoneo visceral con dos capas del cual está suspendido el intestino y que conduce los vasos y nervios desde la pared posterior del cuerpo. **B a E.** Ilustración de las características distintivas del yeyuno y el íleon resumidas en la tabla 2-9.

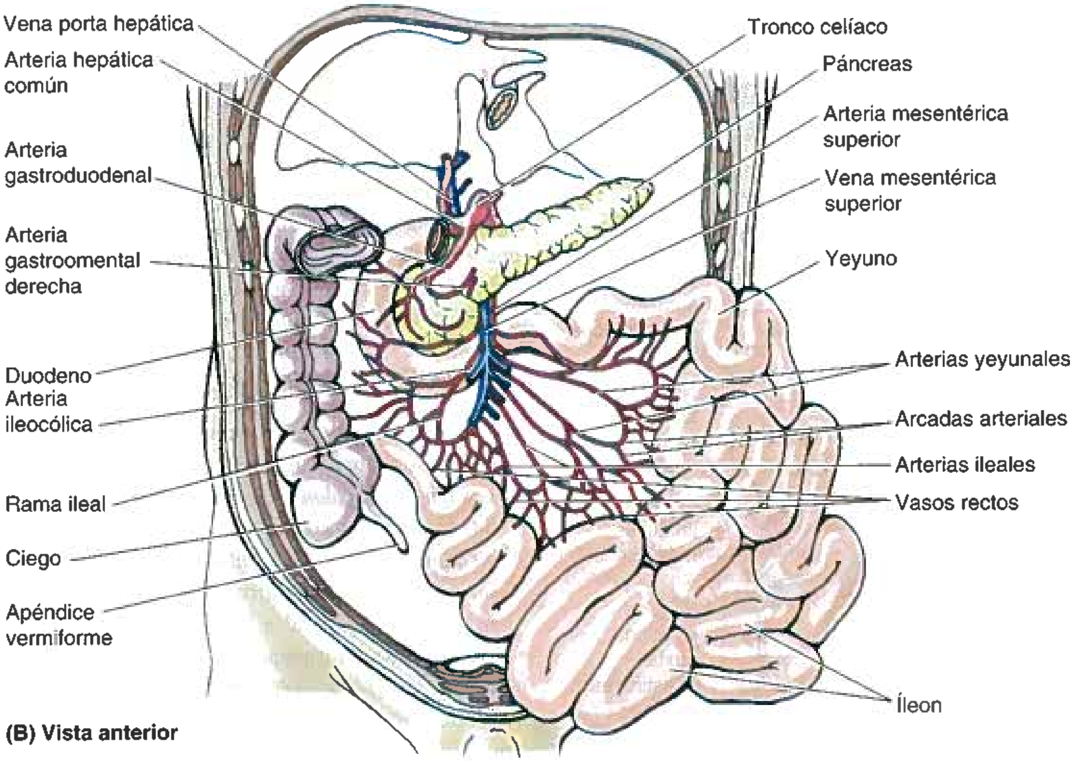
TABLA 2-9. CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAN EL YEYUNO Y EL ÍLEON EN EL INDIVIDUO VIVO

Característica	Yeyuno (B y C)*		Íleon (D a F)*	
Color	Rojo oscuro		Rosa pálido	
Diámetro	2-4 cm		2-3 cm	
Pared	Gruesa y fuerte		Delgada y ligera	
Vascularización	Mayor	(B)	Menor	(D)
Vasos rectos	Largos		Cortos	
Arcadas	Algunas arcadas grandes		Muchas arcadas cortas	
Grasa en el mesenterio	Menos		Más	
Pliegues circulares	Grandes, altos y numerosos **(C)**		Bajos y escasos **(E)**; ausentes en la porción distal **(F)**	
Nódulillos linfoides (placas de Peyer)	Escasos		Numerosos **(F)**	

* Las letras entre paréntesis remiten a las ilustraciones de la figura 2-48.


Diafragma
Vena cava inferior
Situación del área desnuda del hígado
Vena porta hepática
Riñón derecho
Duodeno
Arteria y vena mesentéricas superiores
Situación del colon ascendente
Surco paracólico derecho
Raíz del mesenterio
Vasos testiculares (u ováricos)
Uréter
Recto
Esófago
Aorta abdominal
Ligamento esplenorrenal
Páncreas
Raíz del mesocolon transverso
Unión duodenoyeyunal
Riñón izquierdo
Músculo psoas mayor
Arteria mesentérica inferior
Situación del mesocolon descendente
Raíz del mesocolon sigmoide

(A) Vista anterior


Vena porta hepática
Arteria hepática común
Arteria gastroduodenal
Arteria gastroomental derecha
Duodeno
Arteria ileocólica
Rama ileal
Ciego
Apéndice vermiforme
Tronco celíaco
Páncreas
Arteria mesentérica superior
Vena mesentérica superior
Yeyuno
Arterias yeyunales
Arcadas arteriales
Arterias ileales
Vasos rectos
Íleon

(B) Vista anterior

FIGURA 2-49. Vascularización arterial y mesenterios de los intestinos. A. Vascularización arterial del intestino grueso. Los mesocolon transverso y sigmoide, y el mesenterio del yeyuno y del íleon, se han seccionado a nivel de sus raíces. Las arterias ileocólica y cólica derecha en el lado derecho y las arterias cólica izquierda y sigmoide en el lado izquierdo discurrían originalmente por dentro de los mesenterios (mesocolon ascendente y descendente), que posteriormente se fusionaron con la pared posterior; pueden restablecerse quirúrgicamente. B. Vascularización arterial y drenaje venoso del intestino delgado. Excepto el duodeno proximal, todo el intestino que se muestra en B es irrigado por la arteria mesentérica superior (al igual que la mayor parte del colon transverso, que no se ve en la figura). La vena mesentérica superior drena sangre de esas mismas partes del intestino hacia la vena porta hepática.

Normalmente la AMS nace de la aorta abdominal a nivel de la vértebra L1, aproximadamente 1 cm inferior al tronco celíaco, y discurre entre las hojas del mesenterio, enviando 15 a 18 ramas al yeyuno y al íleon (v. también figs. 2-54 y 2-55). Las arterias se unen para formar asas o arcos, las **arcadas arteriales,** que dan origen a unas arterias rectas, los **vasos rectos** (figs. 2-48B y 2-49B).

La **vena mesentérica superior** drena el yeyuno y el íleon (fig. 2-49B). La VMS se sitúa anterior y a la derecha de la AMS en la raíz del mesenterio (fig. 2-49A). La VMS termina posterior al cuello del páncreas, donde se une a la vena esplénica para formar la vena porta hepática (v. fig. 2-44C).

En las **vellosidades intestinales** (minúsculas proyecciones de la mucosa) existen unos vasos linfáticos especializados, denominados **vasos quilíferos,** que absorben la grasa. Drenan el líquido lechoso que transportan en los plexos linfáticos de las paredes del yeyuno y el íleon. Estos plexos linfáticos drenan a su vez en vasos linfáticos situados entre las hojas del mesenterio, y luego, secuencialmente, a través de tres grupos de nódulos linfáticos (fig. 2-50):

- Los **nódulos linfáticos yuxtaintestinales,** situados junto a la pared intestinal.
- Los **nódulos linfáticos mesentéricos,** distribuidos entre las arcadas arteriales.
- Los **nódulos superiores centrales,** a lo largo de la porción proximal de la AMS.

Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos linfáticos mesentéricos drenan en los *nódulos linfáticos mesentéricos superiores.*

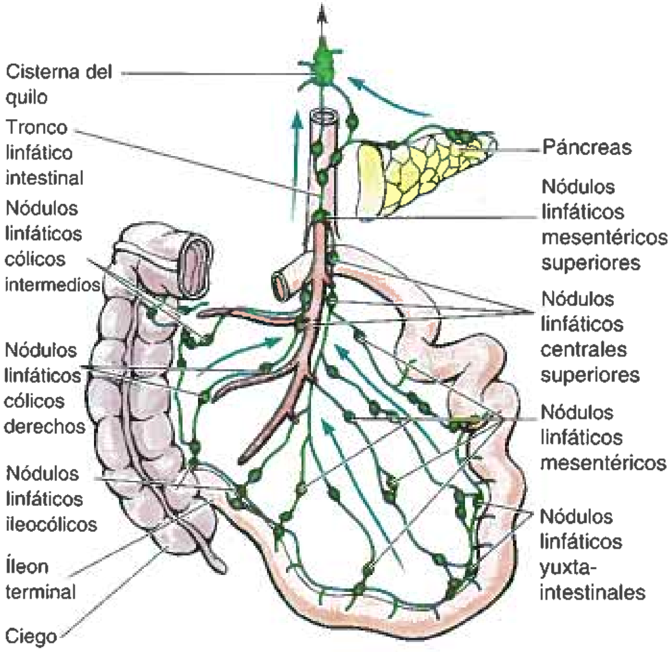

Cisterna del quilo
Tronco linfático intestinal
Nódulos linfáticos cólicos intermedios
Nódulos linfáticos cólicos derechos
Nódulos linfáticos ileocólicos
Íleon terminal
Ciego
Páncreas
Nódulos linfáticos mesentéricos superiores
Nódulos linfáticos centrales superiores
Nódulos linfáticos mesentéricos
Nódulos linfáticos yuxta-intestinales

FIGURA 2-50. Nódulos linfáticos mesentéricos. Los nódulos superiores forman un sistema en el cual los nódulos centrales, en la raíz de la arteria mesentérica superior, reciben linfa de los nódulos mesentéricos, ileocólicos, cólicos derechos y cólicos medios, que a su vez reciben linfa de los nódulos linfáticos yuxtaintestinales. Los nódulos yuxtaintestinales adyacentes a los intestinos son los más abundantes, y su número se reduce a lo largo de las arterias.

Los vasos linfáticos procedentes de la porción terminal del íleon acompañan a la rama ileal de la arteria ileocólica hacia los **nódulos linfáticos ileocólicos.**

La AMS y sus ramas están rodeadas por un *plexo nervioso periarterial*, a través del cual las fibras nerviosas se dirigen a las porciones del intestino irrigadas por la AMS (fig. 2-51). Las fibras simpáticas de los nervios para el yeyuno y el íleon se originan en los segmentos medulares T8-10 y alcanzan el **plexo nervioso mesentérico superior** a través de los *troncos simpáticos* y los *nervios esplácnicos torácicos abdominopélvicos* (*mayor, menor* e *imo*). Las fibras simpáticas presinápticas hacen sinapsis en los cuerpos celulares de las neuronas simpáticas postsinápticas en los *ganglios celíacos* y *mesentérico superior* (*prevertebrales*). Las fibras parasimpáticas de los nervios para el yeyuno y el íleon derivan de los *troncos vagales posteriores*. Las fibras parasimpáticas presinápticas hacen sinapsis con neuronas parasimpáticas postsinápticas en los *plexos mientérico* y *submucoso* de la pared intestinal (v. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301).

La estimulación simpática reduce la actividad peristáltica y secretora del intestino, y tiene un efecto vasoconstrictor, de manera que reduce o interrumpe la digestión haciendo que haya sangre (y energía) disponible para «la huida o la lucha». La estimulación parasimpática aumenta la motilidad del intestino y la secreción, restaurando la actividad digestiva tras una reacción simpática. El intestino delgado también tiene fibras sensitivas (aferentes viscerales). El intestino es insensible a la mayoría de los estímulos dolorosos, incluidas las incisiones y las quemaduras; sin embargo, es sensible a la distensión, que se percibe como *cólicos* (dolor abdominal espasmódico o «calambres abdominales»).

Intestino grueso

El **intestino grueso** es donde se absorbe el agua de los residuos no digeribles del quimo líquido, convirtiéndolo en heces semisólidas que se almacenan y se van acumulando hasta el momento de la defecación. El intestino grueso está formado por el *ciego*, el apéndice vermiforme, el *colon* (*ascendente, transverso, descendente* y *sigmoide*), el *recto* y el *conducto anal* (fig. 2-52). El intestino grueso puede diferenciarse del intestino delgado por:

- Los **apéndices omentales:** pequeños apéndices (proyecciones) grasos, similares al omento.
- Las *tenias del colon:* tres gruesas bandas longitudinales, llamadas *1*) *tenia mesocólica*, donde se fijan los mesocolon transverso y sigmoide; *2*) *tenia omental*, donde se insertan los apéndices omentales; y *3*) *tenia libre*, en la cual no se insertan mesocolon ni apéndices omentales.
- Las **haustras:** formaciones saculares del colon situadas entre las tenias.
- Su calibre, o diámetro interno, que es mucho mayor.

Las **tenias del colon** (bandas engrosadas de músculo liso que constituyen la mayor parte del músculo longitudinal del intestino grueso) empiezan en la base del apéndice vermiforme, cuando la gruesa capa longitudinal del apéndice se separa en tres bandas. Las tenias discurren a lo largo del intestino grueso, se ensanchan bruscamente y se fusionan de nuevo en la unión rectosigmoidea,

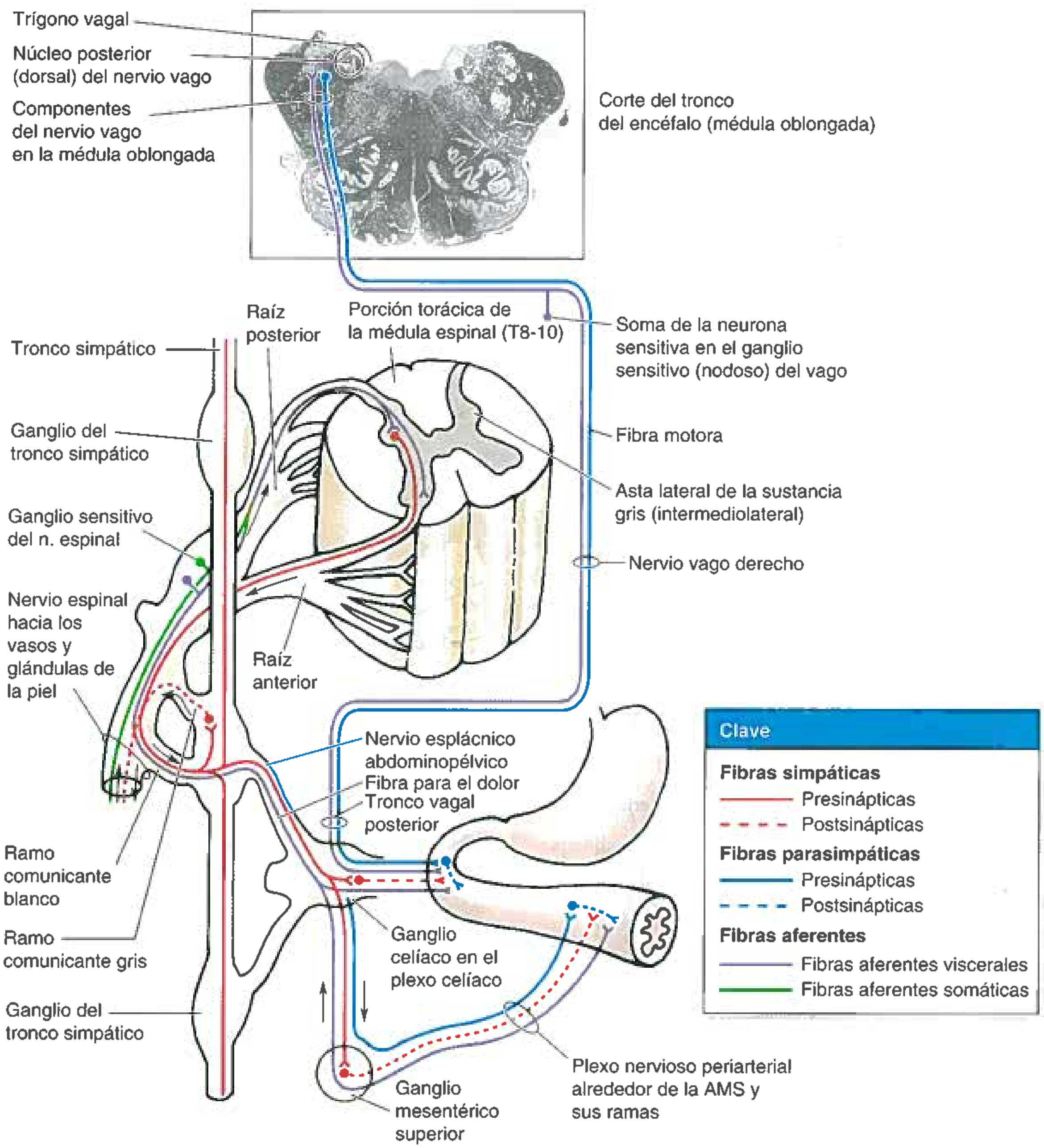

Trígono vagal
Núcleo posterior (dorsal) del nervio vago
Componentes del nervio vago en la médula oblongada
Corte del tronco del encéfalo (médula oblongada)
Raíz posterior
Porción torácica de la médula espinal (T8-10)
Tronco simpático
Soma de la neurona sensitiva en el ganglio sensitivo (nodoso) del vago
Ganglio del tronco simpático
Fibra motora
Asta lateral de la sustancia gris (intermediolateral)
Ganglio sensitivo del n. espinal
Nervio vago derecho
Nervio espinal hacia los vasos y glándulas de la piel
Raíz anterior
Nervio esplácnico abdominopélvico
Fibra para el dolor
Tronco vagal posterior
Ramo comunicante blanco
Ramo comunicante gris
Ganglio celíaco en el plexo celíaco
Ganglio del tronco simpático
Ganglio mesentérico superior
Plexo nervioso periarterial alrededor de la AMS y sus ramas
Clave
Fibras simpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Fibras parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Fibras aferentes
Fibras aferentes viscerales
Fibras aferentes somáticas

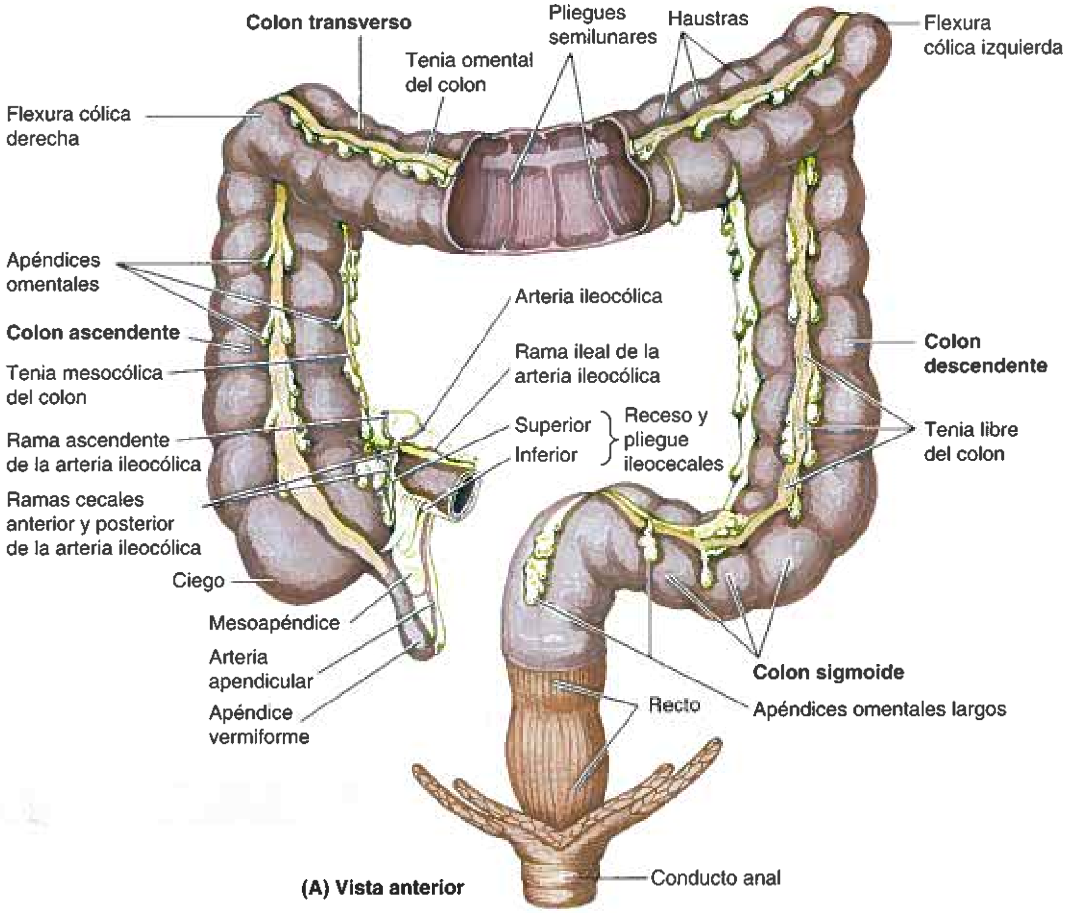
FIGURA 2-51. Inervación del intestino delgado. Las fibras nerviosas simpáticas presinápticas se originan entre los segmentos T8 o T9 a T10 o T11 de la médula espinal y alcanzan el plexo celíaco a través de los troncos simpáticos y de los nervios esplácnicos (abdominopélvicos) mayor y menor. Tras hacer sinapsis en los ganglios celíaco y mesentérico superior, las fibras nerviosas postsinápticas acompañan a las arterias hasta el intestino. Las fibras aferentes participan en los reflejos y el dolor. Los nervios parasimpáticos presinápticos (vagos) se originan en la médula oblongada y alcanzan el intestino a través del tronco vagal posterior. Establecen sinapsis con neuronas postsinápticas intrínsecas de la pared del intestino. AMS, arteria mesentérica superior.

en una capa longitudinal continua alrededor del recto. Debido a su contracción tónica, acortan la porción de la pared con que están asociadas, por lo cual el colon adopta la típica forma saculada entre tenias, formando las haustras.

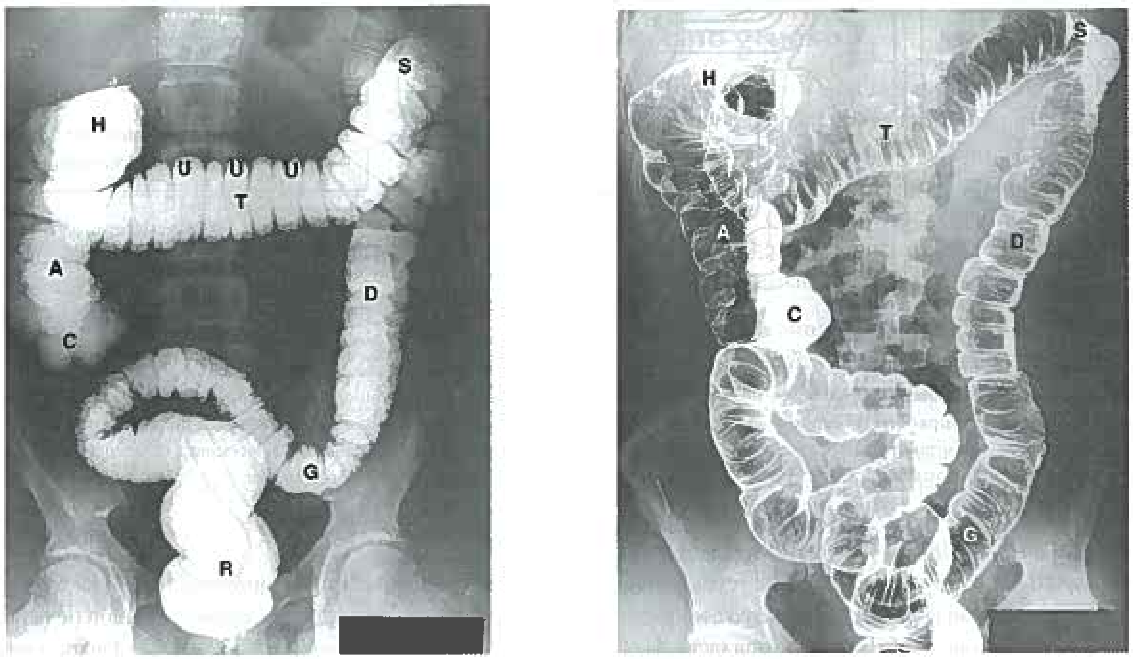
CIEGO Y APÉNDICE

El **ciego**, la primera porción del intestino grueso que se continúa con el colon ascendente, es un fondo de saco intestinal ciego, con una longitud y anchura de aproximadamente 7,5 cm. Está situado en el CID, en la fosa ilíaca, inferior a la unión de la porción terminal del íleon y el ciego (figs. 2-52 y 2-53). Cuando está distendido por heces o gas, el ciego puede palparse a través de la pared anterolateral del abdomen.

El ciego suele encontrarse a 2,5 cm del ligamento inguinal, está recubierto casi por completo por peritoneo y puede elevarse libremente. Sin embargo, el ciego no tiene mesenterio. Debido a su relativa libertad, puede desplazarse de la fosa ilíaca, pero nor-


Colon transverso
Pliegues semilunares
Haustras
Flexura cólica izquierda
Tenia omental del colon
Flexura cólica derecha
Apéndices omentales
Arteria ileocólica
Colon ascendente
Rama ileal de la arteria ileocólica
Colon descendente
Tenia mesocólica del colon
Superior
Inferior
Receso y pliegue ileocecales
Rama ascendente de la arteria ileocólica
Tenia libre del colon
Ramas cecales anterior y posterior de la arteria ileocólica
Ciego
Mesoapéndice
Arteria apendicular
Apéndice vermiforme
Colon sigmoide
Recto
Apéndices omentales largos
Conducto anal

(A) Vista anterior


H
S
U
U
U
T
A
C
D
G
R
H
S
T
A
D
C
G

(B) Proyección anteroposterior (con medio de contraste)

(C) Proyección anteroposterior (estudio con doble contraste)

FIGURA 2-52. **Íleon terminal e intestino grueso (incluido el apéndice vermiforme). A.** El recto carece de tenias, haustras y apéndices adiposos omentales, rasgos característicos del colon. **B.** Para examinar el colon se ha administrado un enema de bario tras eliminar la materia fecal mediante un enema de limpieza. Los estudios con contraste simple de bario muestran los pliegues semilunares que delimitan las haustras. **C.** Después del estudio con contraste simple, el paciente evacua el bario y se distiende el colon con aire para efectuar un estudio con doble contraste. La superficie luminal sigue cubierta por una fina capa de bario. A, colon ascendente; C, ciego; D, colon descendente; G, colon sigmoide; H, flexura hepática o cólica derecha; R, recto; S, flexura esplénica o cólica izquierda; T, colon transverso; U, haustra. (**B** por cortesía del Dr. C.S. Ho, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada; **C** por cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

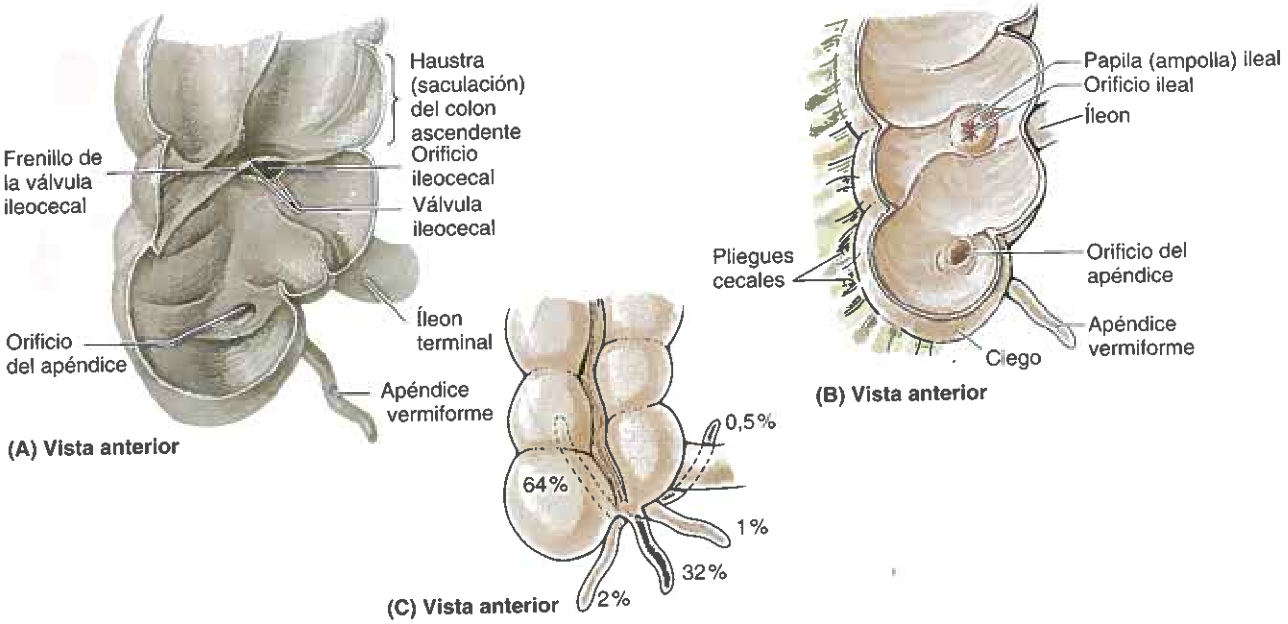


FIGURA 2-53. **Íleon terminal, ciego y apéndice vermiforme.** **A.** El ciego se llenó con aire y, una vez seco, se abrió. Adviértanse la válvula ileocecal y el orificio ileal. El frenillo es un pliegue (más evidente en el cadáver) que desde la válvula ileocecal recorre la pared en la unión entre el ciego y el colon ascendente. **B.** Interior del ciego que muestra el aspecto endoscópico (vivo) de la válvula ileocecal. **C.** Incidencia aproximada de distintas posiciones del apéndice vermiforme, basadas en el análisis de 10.000 casos.

malmente está unido a la pared lateral del abdomen por uno o más **pliegues cecales** de peritoneo (fig. 2-53B). El íleon terminal entra en el ciego oblicuamente, y se invagina parcialmente dentro de él.

En la disección, se aprecia que el **orificio ileal** entra en el ciego entre los **labios ileocólicos** (superior e inferior), unos pliegues que se encuentran lateralmente formando unas crestas denominadas **frenillos del orificio ileal** (fig. 2-53A). Se consideraba que cuando el ciego se distiende o se contrae, los labios y los frenillos se tensaban activamente, cerrando la válvula para impedir el reflujo desde el ciego al íleon. Sin embargo, la observación endoscópica directa en personas vivas no respalda esta descripción. El músculo liso que rodea el orificio está mal desarrollado; por ello, no es probable que la válvula ejerza una función esfinteriana que controle el paso del contenido intestinal desde el íleon al ciego. No obstante, el orificio suele estar cerrado por una contracción tónica, apareciendo como una **papila ileal** (válvula ileocecal) en el lado cecal (fig. 2-53B). Es probable que la papila ileal actúe como una válvula de mariposa relativamente pasiva, impidiendo el reflujo desde el ciego al íleon cuando tienen lugar las contracciones que propulsan el contenido hacia el colon ascendente y hacia el colon transverso (Magee y Dalley, 1986).

El **apéndice vermiforme** es un divertículo intestinal ciego, con una longitud de 6 a 10 cm, que contiene masas de tejido linfoide. Se origina en la cara posteromedial del ciego inferior a la unión ileocecal. El apéndice vermiforme tiene un corto mesenterio triangular, el **mesoapéndice,** que deriva de la cara posterior del mesenterio de la porción terminal del íleon (v. fig. 2-52A). El mesoapéndice se une al ciego y a la porción proximal del apéndice vermiforme. La posición del apéndice vermiforme es variable, aunque suele ser retrocecal (fig. 2-53C). Las correlaciones clínicas del apéndice se incluyen en el cuadro azul de las páginas 259-260.

La *vascularización arterial* del ciego proviene de la **arteria ileocólica,** rama terminal de la AMS (figs. 2-54 y 2-55; tabla 2-10). El apéndice vermiforme está irrigado por la **arteria apendicular,** una rama de la arteria ileocólica. El *drenaje venoso* del ciego y el apéndice vermiforme fluye a través de una tributaria de la VMS, la **vena ileocólica** (fig. 2-56A).

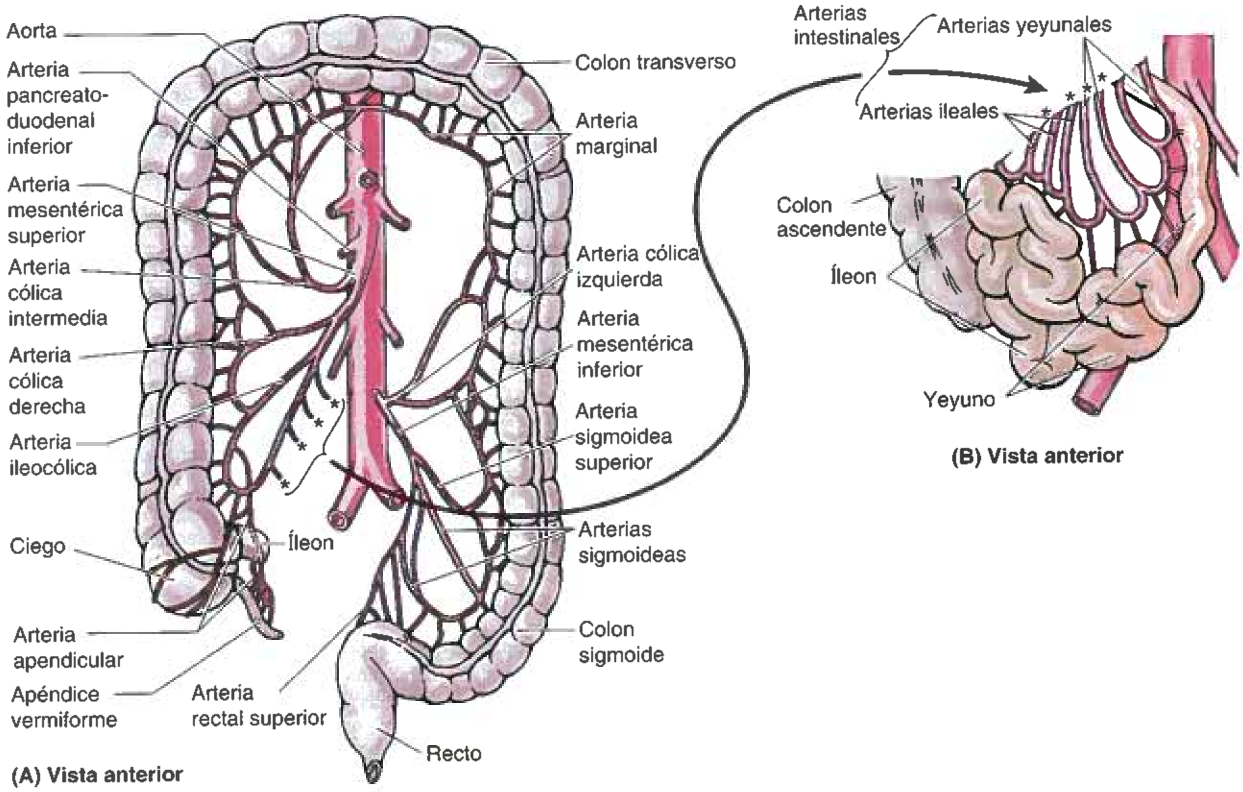
El *drenaje linfático* del ciego y el apéndice vermiforme pasa hacia los nódulos linfáticos del mesoapéndice y los *nódulos linfáticos ileocólicos*, situados a lo largo de la arteria ileocólica (fig. 2-56B). Los vasos linfáticos eferentes pasan hacia los *nódulos linfáticos mesentéricos superiores*.

La *inervación* del ciego y el apéndice vermiforme proviene de nervios simpáticos y parasimpáticos del *plexo mesentérico superior* (fig. 2-56C). Las *fibras nerviosas simpáticas* se originan en la porción torácica inferior de la médula espinal, y las *fibras nerviosas parasimpáticas* provienen de los nervios vagos. Las fibras nerviosas aferentes del apéndice vermiforme acompañan a los nervios simpáticos hacia el segmento T10 de la médula espinal (v. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301).

COLON

El **colon** está constituido por cuatro porciones —ascendente, transverso, descendente y sigmoide— que se suceden y forman un arco (v. figs. 2-43C y 2-52). El colon rodea al intestino delgado, de modo que el colon ascendente se sitúa a la derecha del intestino delgado, el colon transverso es superior y/o anterior a él, el colon descendente a su izquierda, y el colon sigmoide en una posición inferior.

El **colon ascendente** es la segunda porción del intestino grueso. Discurre superiormente por el lado derecho de la cavidad abdominal, desde el ciego hacia el lóbulo derecho del hígado,


Aorta
Arteria pancreatoduodenal inferior
Arteria mesentérica superior
Arteria cólica intermedia
Arteria cólica derecha
Arteria ileocólica
Ciego
Arteria apendicular
Apéndice vermiforme
Arteria rectal superior
Íleon
Colon transverso
Arteria marginal
Arteria cólica izquierda
Arteria mesentérica inferior
Arteria sigmoidea superior
Arterias sigmoideas
Colon sigmoide
Recto
*
Arterias intestinales
Arterias yeyunales
Arterias ileales
Colon ascendente
Íleon
Yeyuno

(A) Vista anterior

(B) Vista anterior

FIGURA 2-54. Vascularización arterial del intestino.

TABLA 2-10. IRRIGACIÓN ARTERIAL DEL INTESTINO

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Mesentérica superior	Aorta abdominal	Discurre por la raíz del mesenterio hacia la unión ileocecal	Porción del tubo digestivo derivada del intestino medio
Intestinales (yeyunales e ileales) ($n = 15$-18)	Arteria mesentérica superior	Pasan entre las dos hojas del mesenterio	Yeyuno e íleon
Cólica media		Asciende retroperitonealmente y pasa entre las hojas del mesocolon transverso	Colon transverso
Cólica derecha		Pasa retroperitonealmente para alcanzar el colon ascendente	Colon ascendente
Ileocólica	Rama terminal de la arteria mesentérica superior	Discurre a lo largo de la raíz del mesenterio y se divide en ramas ileal y cólica	Íleon, ciego y colon ascendente
Apendicular	Arteria ileocólica	Pasa entre las hojas del mesoapéndice	Apéndice vermiforme
Mesentérica inferior	Aorta abdominal	Desciende retroperitonealmente a la izquierda de la aorta abdominal	Irriga porciones del tubo digestivo derivadas del intestino posterior
Cólica izquierda	Arteria mesentérica inferior	Pasa retroperitonealmente hacia la izquierda del colon descendente	Colon descendente
Sigmoideas ($n = 3$-4)		Pasa retroperitonealmente hacia la izquierda del colon descendente	Colon descendente y colon sigmoide
Rectal superior	Rama terminal de la arteria mesentérica inferior	Desciende retroperitonealmente hacia el recto	Porción proximal del recto
Rectal media	Arteria ilíaca interna	Pasa retroperitonealmente hacia el recto	Porción media del recto
Rectal inferior	Arteria pudenda interna	Cruza la fosa isquioanal para alcanzar el recto	Porción distal del recto y conducto anal

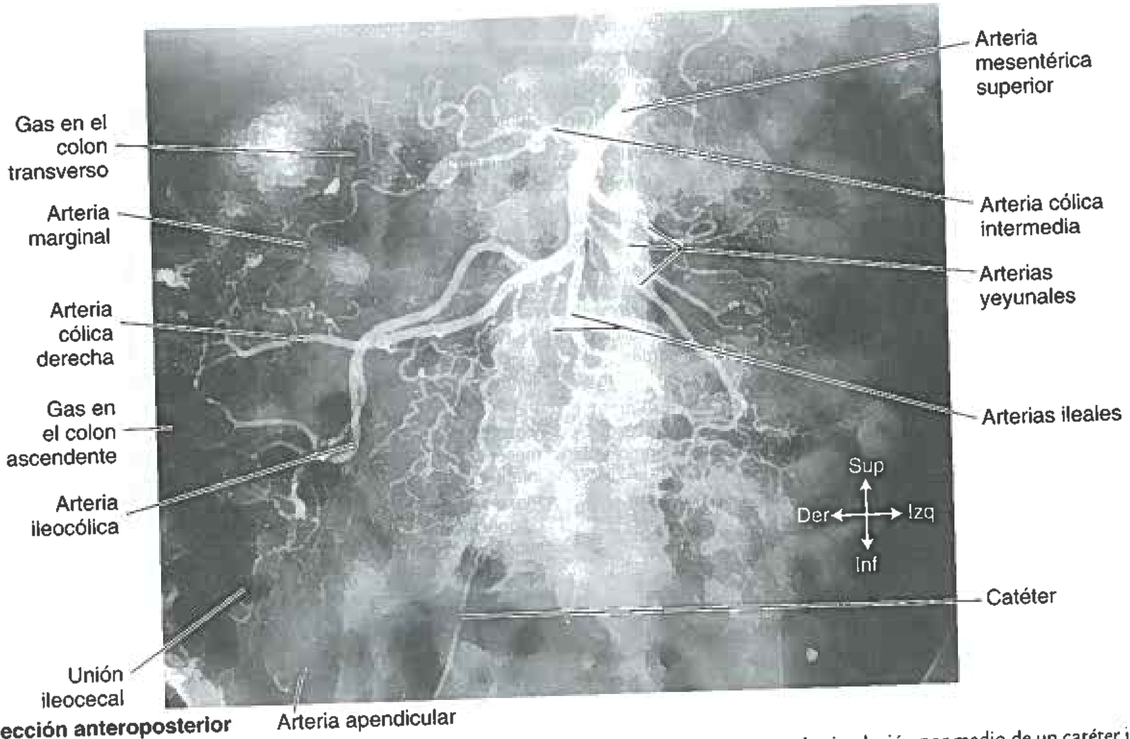


FIGURA 2-55. Arteriografía de la arteria mesentérica superior. Se ha inyectado un colorante radiopaco en la circulación por medio de un catéter introducido en la arteria femoral que se ha hecho avanzar a través de las arterias ilíacas y la aorta hasta la abertura de la arteria mesentérica superior. (Cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

donde gira hacia la izquierda formando la **flexura cólica derecha** (*flexura hepática*). Esta flexura tiene una posición inferior a las costillas 9.ª y 10.ª, y está cubierta por la parte inferior del hígado.

El colon ascendente es más estrecho que el ciego y es secundariamente retroperitoneal, a lo largo del lado derecho de la pared posterior del abdomen. El colon ascendente suele estar cubierto por peritoneo anteriormente y a los lados; sin embargo, en torno al 25% de las personas tiene un corto mesenterio. El colon ascendente está separado de la pared anterolateral del abdomen por el omento mayor. Entre la cara lateral del colon ascendente y la pared abdominal adyacente se encuentra un surco vertical profundo (el *surco paracólico derecho*) tapizado de peritoneo parietal (v. fig. 2-49A).

La *irrigación arterial* del colon ascendente y de la flexura cólica derecha procede de ramas de la AMS, la *arteria ileocólica* y la **arteria cólica derecha** (figs. 2-54 y 2-55; tabla 2-10). Estas arterias se anastomosan entre sí y con la *rama derecha de la arteria cólica media*, la primera de una serie de arcadas anastomóticas que se continúa con las arterias cólica izquierda y sigmoidea para formar un conducto arterial continuo, la **arteria marginal** (*arteria yuxtacólica*). Esta arteria discurre paralela al colon durante toda su longitud, junto a su borde mesentérico.

El *drenaje venoso* del colon ascendente fluye por la *vena ileocólica* y la **vena cólica derecha,** tributarias de la VMS (fig. 2-56A). El *drenaje linfático* pasa primero hacia los **nódulos linfáticos epicólicos** y **paracólicos,** y luego hacia los **nódulos linfáticos cólicos derechos** intermedios e *ileocólicos*, y de éstos hacia los *nódulos mesentéricos superiores* (fig. 2-56B). La *inervación* del colon ascendente procede del *plexo mesentérico superior* (fig. 2-56C).

El **colon transverso** es la tercera porción, más grande y móvil, del intestino grueso (v. fig. 2-52). Cruza el abdomen desde la *flexura cólica derecha* hasta la *flexura cólica izquierda*, donde se dobla inferiormente para convertirse en el colon descendente. La **flexura cólica izquierda** (flexura esplénica) en general es más superior, más aguda y menos móvil que la flexura cólica derecha. Se sitúa anterior a la porción inferior del riñón izquierdo y se une al diafragma a través del *ligamento frenocólico* (v. fig. 2-26). El colon transverso y su mesenterio, el *mesocolon transverso*, se curva hacia abajo, a menudo inferior al nivel de las crestas ilíacas (fig. 2-57B), y se adhiere o fusiona a la pared posterior de la bolsa omental. **La raíz del mesocolon transverso** (v. fig. 2-49A) se sitúa a lo largo del borde inferior del páncreas y se continúa con el peritoneo parietal posteriormente. Al poder moverse libremente, el colon transverso tiene una posición variable; normalmente cuelga hasta el nivel del ombligo (nivel de la vértebra L3) (fig. 2-57A). Sin embargo, en individuos altos y delgados, el colon transverso puede extenderse hasta la pelvis (fig. 2-57B).

La *irrigación arterial* del colon transverso procede principalmente de la **arteria cólica media** (figs. 2-54 y 2-55; tabla 2-10), una rama de la AMS. Sin embargo, también puede estar irrigado, en grado diverso, por las *arterias cólicas derecha* e *izquierda* a través de anastomosis, componentes de la serie de arcadas anastomóticas que colectivamente constituyen la arteria marginal (arteria yuxtacólica).

El *drenaje venoso* del colon transverso se produce a través de la VMS (v. fig. 2-56A). El *drenaje linfático* del colon transverso corre a cargo de los **nódulos linfáticos cólicos medios,** que a su vez drenan en los *nódulos linfáticos mesentéricos superiores* (v. fig. 2-56B).

La *inervación* del colon transverso procede del *plexo mesentérico superior* a través de los plexos periarteriales de las arterias cólicas derecha y media (v. fig. 2-56C). Estos nervios conducen fibras

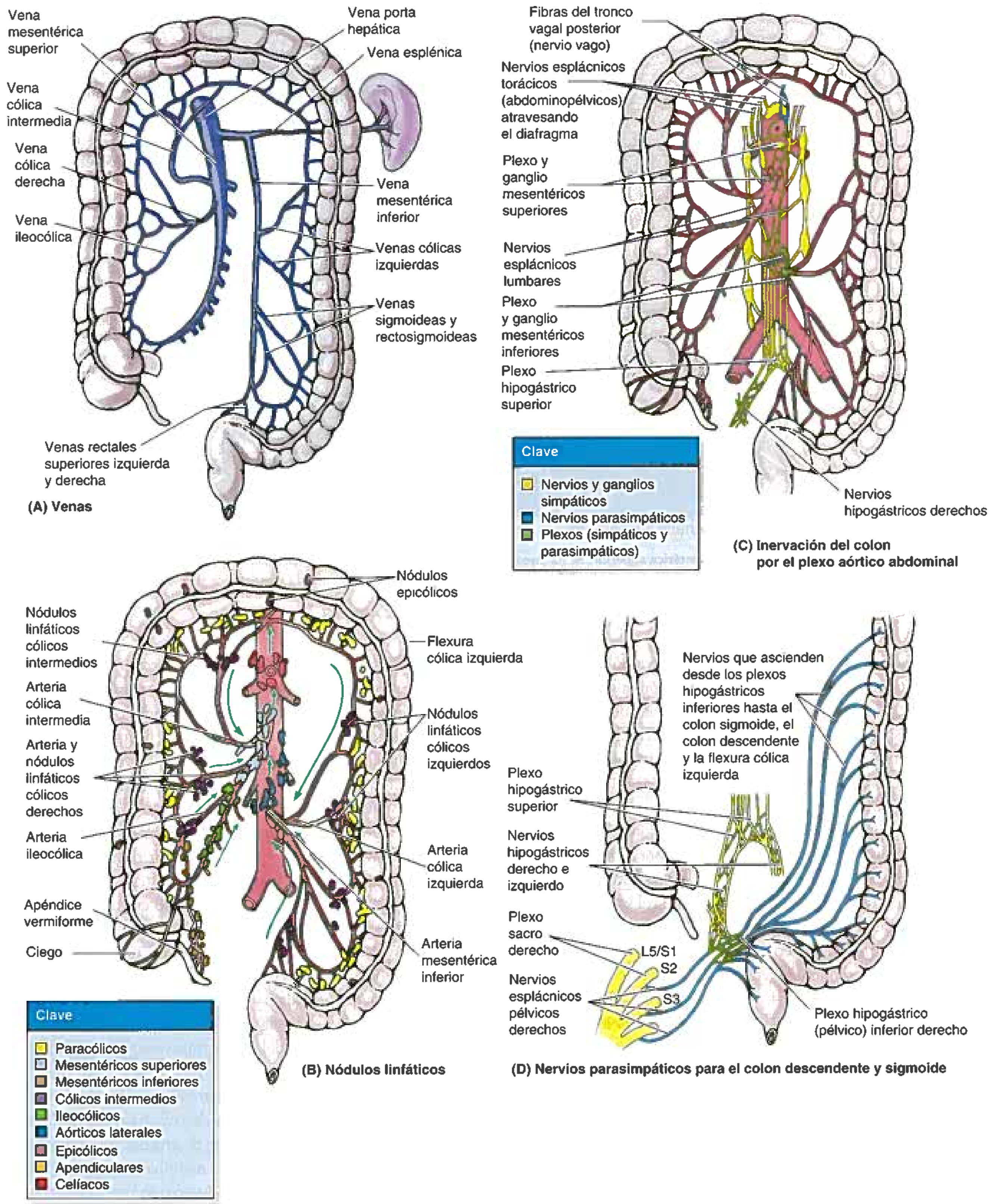

Vena mesentérica superior
Vena cólica intermedia
Vena cólica derecha
Vena ileocólica
Vena porta hepática
Vena esplénica
Vena mesentérica inferior
Venas cólicas izquierdas
Venas sigmoideas y rectosigmoideas
Venas rectales superiores izquierda y derecha
(A) Venas
Fibras del tronco vagal posterior (nervio vago)
Nervios esplácnicos torácicos (abdominopélvicos) atravesando el diafragma
Plexo y ganglio mesentéricos superiores
Nervios esplácnicos lumbares
Plexo y ganglio mesentéricos inferiores
Plexo hipogástrico superior
Nervios hipogástricos derechos
Clave
🟨 Nervios y ganglios simpáticos
🟦 Nervios parasimpáticos
🟩 Plexos (simpáticos y parasimpáticos)
(C) Inervación del colon por el plexo aórtico abdominal
Nódulos linfáticos cólicos intermedios
Arteria cólica intermedia
Arteria y nódulos linfáticos cólicos derechos
Arteria ileocólica
Apéndice vermiforme
Ciego
Nódulos epicólicos
Flexura cólica izquierda
Nódulos linfáticos cólicos izquierdos
Arteria cólica izquierda
Arteria mesentérica inferior
Clave
🟨 Paracólicos
⬜ Mesentéricos superiores
🟫 Mesentéricos inferiores
🟪 Cólicos intermedios
🟩 Ileocólicos
🟦 Aórticos laterales
🟥 Epicólicos
🟨 Apendiculares
🟥 Celíacos
(B) Nódulos linfáticos
Nervios que ascienden desde los plexos hipogástricos inferiores hasta el colon sigmoide, el colon descendente y la flexura cólica izquierda
Plexo hipogástrico superior
Nervios hipogástricos derecho e izquierdo
Plexo sacro derecho
L5/S1
S2
S3
Nervios esplácnicos pélvicos derechos
Plexo hipogástrico (pélvico) inferior derecho
(D) Nervios parasimpáticos para el colon descendente y sigmoide

FIGURA 2-56. Venas, nódulos linfáticos y nervios del intestino grueso. A. El drenaje venoso a través de las venas mesentéricas superior e inferior sigue el patrón de las arterias mesentéricas superior e inferior. **B.** La linfa procedente del intestino grueso fluye secuencialmente hacia los nódulos epicólicos (sobre el intestino), los nódulos paracólicos (a lo largo del borde del mesenterio), los nódulos cólicos intermedios (a lo largo de las arterias cólicas) y finalmente hasta los nódulos mesentéricos superiores o inferiores y los troncos intestinales. **C.** La inervación del colon tiene lugar a partir de plexos arteriales mixtos que se extienden desde los ganglios mesentéricos superior e inferior a lo largo de las respectivas arterias. **D.** Fibras parasimpáticas originadas en los niveles S2-4 de la médula espinal ascienden independientemente desde los plexos hipogástricos inferiores (pélvicos) hasta alcanzar el colon sigmoide, el colon descendente y el colon transverso distal.

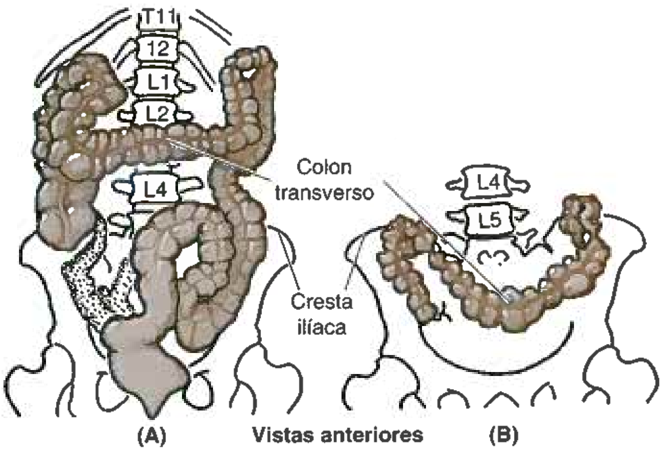


FIGURA 2-57. Efecto de la complexión (hábito corporal) sobre la situación del colon transverso. A. Los individuos hiperasténicos de complexión fuerte, tórax corto y abdomen largo probablemente tengan el colon transverso en situación alta. **B.** Los individuos con un físico asténico estilizado es probable que tengan el colon descendido hacia la pelvis o dentro de ella.

nerviosas simpáticas y parasimpáticas (vagales), y fibras nerviosas aferentes viscerales (v. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301).

El **colon descendente** ocupa una posición secundariamente retroperitoneal entre la flexura cólica izquierda y la fosa ilíaca izquierda, donde se continúa con el colon sigmoide (v. fig. 2-52). Así, el peritoneo cubre el colon anterior y lateralmente, y lo une a la pared posterior del abdomen. Aunque sea retroperitoneal, el colon descendente, sobre todo en la fosa ilíaca, posee un mesenterio corto aproximadamente en el 33 % de los individuos; sin embargo, normalmente no es lo bastante largo como para provocar vólvulos (torsiones) del colon. A medida que desciende, el colon pasa anterior al borde lateral del riñón izquierdo. Como en el caso del colon ascendente, en la cara lateral del colon descendente se encuentra un *surco paracólico*, el izquierdo (v. fig. 2-49A).

El **colon sigmoide,** caracterizado por su asa en forma en S, de longitud variable, une el colon descendente con el recto (v. fig. 2-52). El colon sigmoide se extiende desde la fosa ilíaca hacia el tercer segmento vertebral sacro (S3), donde se une al recto. La terminación de las tenias del colon, aproximadamente a 15 cm del ano, indica la *unión rectosigmoidea*.

El colon sigmoide tiene, generalmente, un mesenterio largo (el **mesocolon sigmoide**), y en consecuencia posee una considerable libertad de movimiento, especialmente en su parte media. (V. el cuadro azul «Vólvulo del colon sigmoide», p. 261.) La **raíz del mesocolon sigmoide** tiene una inserción en forma de V invertida, que se extiende primero medial y superiormente a lo largo de los vasos ilíacos externos, y luego medial e inferiormente desde la bifurcación de los vasos ilíacos comunes hacia la cara anterior del sacro. El *uréter izquierdo* y la división de la arteria ilíaca común izquierda se sitúan retroperitonealmente, posteriores al vértice de la raíz del mesocolon sigmoide. Los *apéndices omentales del colon sigmoide* son largos (v. fig. 2-52A); desaparecen cuando termina el mesenterio sigmoide. Las tenias del colon también desaparecen a medida que el músculo longitudinal de la pared del colon se ensancha hasta formar una capa completa en el recto.

La *irrigación arterial* del colon descendente y el colon sigmoide procede de las **arterias sigmoideas** y *cólica izquierda*, ramas de la arteria mesentérica inferior (AMI) (fig. 2-54; tabla 2-10). De este modo, aproximadamente en la flexura cólica izquierda, se produce la segunda transición importante en la irrigación sanguínea de la porción abdominal del tubo digestivo: la AMS aporta sangre a la porción proximal a la flexura (derivada del intestino medio embrionario), y la AMI irriga la porción distal a este punto (derivada del intestino posterior embrionario). Las arterias sigmoideas descienden oblicuamente hacia la izquierda, donde se dividen en ramas ascendentes y descendentes. La rama superior de la arteria sigmoidea más superior se anastomosa con la rama descendente de la arteria cólica izquierda, formando así parte de la *arteria marginal*. El *drenaje venoso* del colon descendente y el colon sigmoide se realiza en la *vena mesentérica inferior* y desemboca habitualmente en la vena esplénica, y luego en la vena porta hepática, de camino hacia el hígado (v. figs. 2-56A y 2-75B).

El *drenaje linfático* del colon descendente y del colon sigmoide discurre a través de vasos que desembocan en los nódulos linfáticos epicólicos y paracólicos, y luego en los **nódulos linfáticos cólicos intermedios,** situados a lo largo de la arteria cólica izquierda (v. fig. 2-56B). La linfa de estos nódulos pasa hacia los **nódulos linfáticos mesentéricos inferiores,** que se sitúan en torno a la AMI; sin embargo, la linfa de la flexura cólica izquierda también drena en los *nódulos linfáticos mesentéricos superiores*.

Proximalmente a la flexura cólica izquierda, las fibras simpáticas y parasimpáticas viajan juntas desde el plexo de la aorta abdominal, a través de plexos periarteriales, hasta alcanzar la porción abdominal del tubo digestivo (v. fig. 2-56C); sin embargo, distalmente a la flexura siguen caminos separados.

La *inervación simpática* del colon descendente y sigmoide procede de la porción lumbar del tronco simpático a través de los nervios esplácnicos lumbares (abdominopélvicos), el plexo mesentérico superior y los plexos periarteriales de la AMI y sus ramas.

La *inervación parasimpática* proviene de los *nervios esplácnicos pélvicos* a través del plexo y los nervios hipogástricos inferiores (pélvicos), que ascienden retroperitonealmente desde el plexo, con independencia de la irrigación arterial de esta porción del tubo digestivo (v. fig. 2-56D). Proximalmente a la porción media del colon sigmoide, las fibras aferentes viscerales que conducen la sensibilidad dolorosa pasan retrógradamente con las fibras simpáticas hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales toracolumbares, mientras que las que conducen información refleja viajan con las fibras parasimpáticas hacia los ganglios sensitivos vagales. Distalmente a la porción media del colon sigmoide, todas las fibras aferentes viscerales acompañan a las fibras parasimpáticas retrógradamente hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4 (v. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301).

RECTO Y CONDUCTO ANAL

El **recto** es la parte terminal fija del intestino grueso, primariamente retroperitoneal y subperitoneal. Se continúa con el colon sigmoide al nivel de la vértebra S3. La unión se encuentra en el extremo inferior del mesenterio del colon sigmoide (v. fig. 2-52). El recto se continúa inferiormente con el conducto anal. Estas porciones del intestino grueso se describen con la pelvis en el capítulo 3.

ESÓFAGO Y ESTÓMAGO

Varices esofágicas

Como las venas submucosas del esófago inferior drenan tanto en el sistema venoso porta como en el sistémico, constituyen una anastomosis portosistémica. En la *hipertensión portal* (un aumento anómalo de la presión de la sangre en el sistema venoso porta), la sangre no puede pasar a través del hígado por la vena porta hepática, provocando una inversión del flujo en la tributaria esofágica. El gran volumen de sangre hace que las venas submucosas aumenten mucho de tamaño, formando **varices esofágicas** (fig. C2-7). Estos conductos colaterales distendidos pueden romperse y producir hemorragias graves, que pueden suponer un riesgo vital y son difíciles de controlar quirúrgicamente. Las varices esofágicas suelen aparecer en personas que sufren *cirrosis* (cicatrización fibrosa) *alcohólica* del hígado (v. el cuadro azul «Cirrosis hepática», p. 285).

Pirosis

La **pirosis** (del griego, quemar) o «ardor de estómago», es el tipo más frecuente de malestar esofágico o dolor retroesternal. Esta sensación de quemazón en la porción abdominal del esófago suele deberse a la regurgitación de pequeñas cantidades de alimento o de fluidos gástricos hacia el esófago inferior (*reflujo gastroesofágico; RGE*). La pirosis también puede asociarse a *hernia de hiato* (v. «Hernia de hiato» en este cuadro azul).

Desplazamiento del estómago

Los pseudoquistes pancreáticos y los abscesos de la bolsa omental pueden empujar anteriormente el estómago. Este desplazamiento suele ser visible en las radiografías laterales del estómago y en otras imágenes diagnósticas, como la tomografía computarizada (TC). En la *pancreatitis* (inflamación del páncreas), la pared posterior el estómago puede adherirse a la parte de la pared posterior de la bolsa omental que cubre el páncreas. Esta adherencia se produce debido a la estrecha relación entre la pared posterior del estómago y el páncreas.

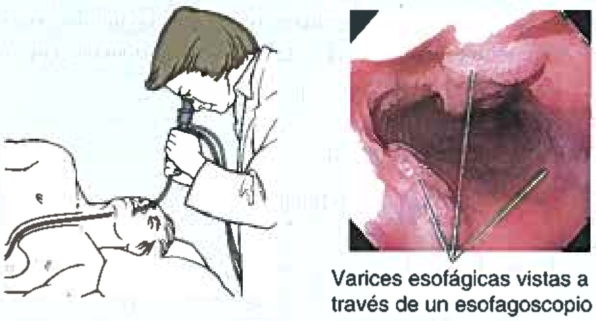

Varices esofágicas vistas a través de un esofagoscopio

FIGURA C2-7.

Hernia de hiato

Una **hernia de hiato** es la protrusión de parte del estómago en el mediastino a través del hiato esofágico del diafragma. Estas hernias son más frecuentes en personas que han superado la mediana edad, posiblemente debido al debilitamiento de la porción muscular del diafragma y al ensanchamiento del hiato esofágico. Aunque clínicamente se distinguen varios tipos de hernias de hiato, los dos tipos principales son la hernia de hiato paraesofágica y la hernia de hiato deslizante (Skandalakis *et al.*, 1996).

En la **hernia hiatal paraesofágica,** menos frecuente, el cardias conserva su posición normal (fig. C2-8A). Sin embargo, a través del hiato esofágico y anterior al esófago se extiende una bolsa de peritoneo, que normalmente contiene parte del fundus. En estos casos, normalmente no se produce regurgitación del contenido gástrico, ya que el orificio cardial se encuentra en su posición normal.

En la **hernia hiatal deslizante,** la más común, la porción abdominal del esófago, el cardias, y parte del fundus gástrico se deslizan superiormente dentro del tórax a través del hiato esofágico, especialmente cuando la persona está tumbada o se inclina (fig. C2-8B). Puede producirse una cierta regurgitación del contenido del estómago hacia el esófago, debido a que el efecto de pinza del pilar derecho del diafragma está debilitado.

Espasmo pilórico

La *contracción espasmódica del píloro* se produce ocasionalmente en los lactantes, normalmente entre los 2 y los 12 meses de edad. El **espasmo pilórico** se caracteriza por una incapacidad de las fibras de músculo liso que rodean el conducto pilórico para relajarse normalmente. En consecuencia, el alimento no pasa fácilmente desde el estómago hacia el duodeno, y el estómago se llena en exceso, lo que habitualmente provoca malestar y vómitos.

Estenosis hipertrófica congénita del píloro

La **estenosis hipertrófica congénita del píloro** es un acusado engrosamiento del músculo liso (hipertrofia) del píloro que afecta aproximadamente a 1 de cada 150 lactantes de sexo masculino y a 1 de cada 750 lactantes de sexo femenino (Moore y Persaud, 2008). Normalmente, el peristaltismo gástrico empuja el quimo a través del orificio y el conducto pilóricos a intervalos irregulares (fig. C2-9A). En los bebés con estenosis pilórica, el píloro alargado y engrosado es duro y el conducto pilórico es estrecho (fig. C2-9B), presentando resistencia al vaciado gástrico. Proximalmente, el estómago puede dilatarse secundariamente debido a la estenosis (estrechamiento) del píloro. Aunque no se conoce la causa de la estenosis congénita del píloro, la elevada incidencia de este cuadro en gemelos monocigóticos apunta a la implicación de factores genéticos.

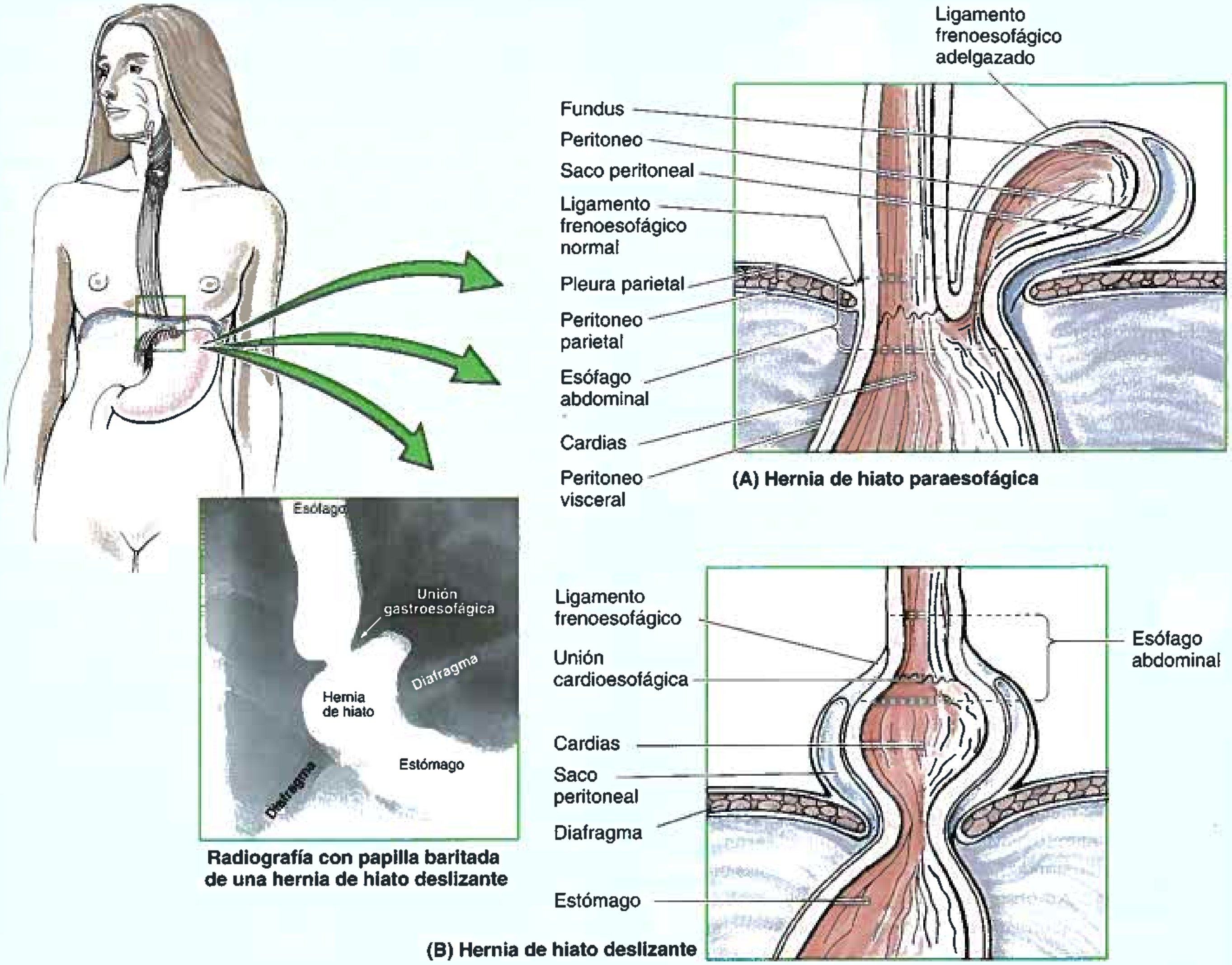

Ligamento frenoesofágico adelgazado
Fundus
Peritoneo
Saco peritoneal
Ligamento frenoesofágico normal
Pleura parietal
Peritoneo parietal
Esófago abdominal
Cardias
Peritoneo visceral
(A) Hernia de hiato paraesofágica
Esófago
Unión gastroesofágica
Diafragma
Hernia de hiato
Estómago
Diafragma
Radiografía con papilla baritada de una hernia de hiato deslizante
Ligamento frenoesofágico
Unión cardioesofágica
Esófago abdominal
Cardias
Saco peritoneal
Diafragma
Estómago
(B) Hernia de hiato deslizante

FIGURA C2-8.

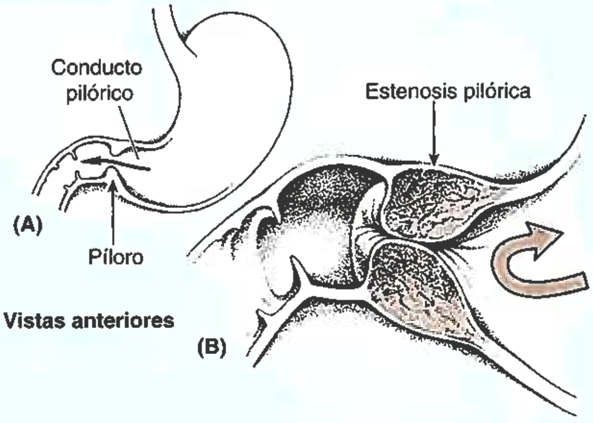
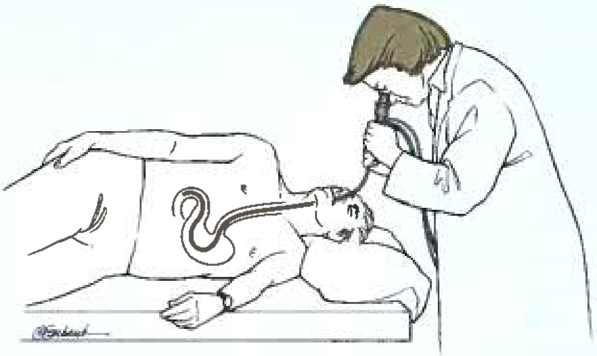

Conducto pilórico
Estenosis pilórica
(A)
Píloro
Vistas anteriores
(B)

FIGURA C2-9. Estenosis hipertrófica congénita del píloro. A. Circulación normal a través del esfínter pilórico. **B.** Detención del flujo debido a la estenosis.

Carcinoma gástrico

Cuando el cuerpo o la porción pilórica del estómago están afectados por un tumor maligno, la masa puede ser palpable. Mediante la *gastroscopia,* los médicos pueden examinar la mucosa del estómago, previamente inflado con aire, lo que les permite observar las lesiones gástricas y tomar biopsias (fig. C2-10). El amplio drenaje linfático del estómago y la imposibilidad de extirpar todos los nódulos linfáticos plantean un problema quirúrgico. Los nódulos que se encuentran a lo largo de los vasos esplénicos pueden extirparse eliminando el bazo, los ligamentos gastroesplénico y esplenorrenal, así como el cuerpo y la cola del páncreas. Los nódulos afectados situados a lo largo de los vasos gastroomentales pueden eliminarse resecando el omento mayor; sin embargo, es difícil extirpar los nódulos aórticos y celíacos, así como los que se encuentran alrededor de la cabeza del páncreas.



El gastroscopio se introduce por la nariz o por la boca y se hace descender lentamente por el esófago y el tubo digestivo hasta que se alcanza el nivel deseado.

FIGURA C2-10.

Gastrectomía y resección de nódulos linfáticos

La **gastrectomía total** (extirpación de todo el estómago) es poco frecuente. Puede practicarse una **gastrectomía parcial** (extirpación de parte del estómago) para eliminar una región del estómago afectada por un carcinoma, por ejemplo. Puesto que las anastomosis de las arterias que irrigan el estómago proporcionan una buena circulación colateral, pueden ligarse una o más arterias durante este procedimiento sin afectar gravemente el aporte sanguíneo a la parte del estómago que se conserva. Cuando se extirpa el antro pilórico, por ejemplo, se secciona el omento mayor paralelo e inferior a la arteria gastroomental derecha, siendo necesario ligar todas las ramas omentales de dicha arteria. No obstante, el omento no degenera, debido a las anastomosis con otras arterias, como las ramas omentales de la arteria gastroomental izquierda, que siguen intactas. La gastrectomía parcial para extirpar un carcinoma suele exigir también la eliminación de todos los nódulos linfáticos regionales implicados. Como la región pilórica es asiento frecuente de neoplasias, resulta especialmente importante extirpar los *nódulos linfáticos pilóricos,* así como los *nódulos linfáticos gastroomentales* derechos, que también reciben el drenaje linfático de esta región. A medida que el carcinoma gástrico avanza, la diseminación linfática de células malignas afecta a los *nódulos linfáticos celíacos*, en los cuales drenan todos los nódulos gástricos.

Úlceras gástricas, úlceras pépticas, *Helicobacter pylori* y vagotomía

Las *úlceras gástricas* son lesiones abiertas de la mucosa del estómago, mientras que las *úlceras pépticas* son lesiones de la mucosa del conducto pilórico o, más a menudo, del duodeno. La mayoría de las úlceras del estómago y del duodeno se asocian a la infección por una bacteria específica, *Helicobacter pylori* (*H. pylori*). Las personas que sufren ansiedad crónica grave están más predispuestas a la aparición de úlceras pépticas. A menudo presentan unas tasas de secreción de ácido gástrico entre las comidas notablemente más altas de lo normal. Se considera que la elevada acidez del estómago y el duodeno desborda al bicarbonato que se produce normalmente en el duodeno, y disminuye la eficacia del revestimiento mucoso del estómago, volviéndolo vulnerable a *H. pylori*. La bacteria erosiona el revestimiento mucoso protector del estómago, inflamando la mucosa y haciéndola vulnerable a los efectos del ácido gástrico y las enzimas digestivas (pepsina) que produce el estómago.

Si la úlcera erosiona las arterias gástricas, puede provocar una hemorragia potencialmente mortal. Como la secreción de ácido por las células parietales gástricas está controlada mayoritariamente por los nervios vagos, en algunas personas que sufren úlceras crónicas o recurrentes se realiza una *vagotomía* (sección quirúrgica de los nervios vagos) para disminuir la producción de ácido. La vagotomía también puede asociarse a la resección de la región ulcerada (*antrectomía*, o resección del antro pilórico), al objeto de disminuir la secreción ácida. Es poco frecuente que se realice una *vagotomía troncal* (sección quirúrgica de los troncos vagales), ya que también se sacrifica la inervación de otras estructuras abdominales (fig. C2-11A). En la *vagotomía gástrica selectiva* se elimina la inervación del estómago, pero se conservan los ramos vagales para el píloro, el hígado y las vías biliares, los intestinos y el plexo celíaco (fig. C2-11B). La *vagotomía proximal selectiva* pretende denervar todavía más específicamente la región donde se localizan las células parietales, con la esperanza de afectar a las células productoras de ácido mientras se respetan otras funciones gástricas (motilidad) estimuladas por el nervio vago (fig. C2-11C).

Una *úlcera gástrica posterior* puede erosionar la pared del estómago hasta el páncreas, provocando dolor referido en el dorso. En estos casos, la *erosión de la arteria esplénica* produce hemorragias graves dentro de la cavidad peritoneal. Los impulsos dolorosos procedentes del estómago son transportados por fibras viscerales aferentes que acompañan a los nervios simpáticos. Esto se evidencia por el hecho de que tras una vagotomía completa el dolor de una úlcera péptica recurrente puede persistir, mientras que los

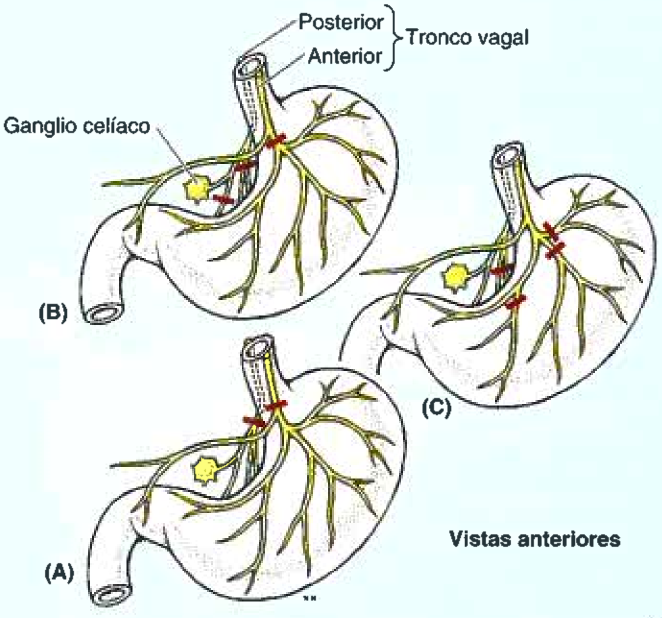


FIGURA C2-11. Vagotomía. Se muestran vagotomías troncal **(A)**, gástrica selectiva **(B)** y proximal selectiva **(C)**. Los *trazos rojos* indican el lugar de sección quirúrgica del nervio.

pacientes que se han sometido a una simpatectomía bilateral pueden presentar una úlcera péptica perforada sin sentir dolor.

Dolor referido visceral

El **dolor** es una sensación desagradable asociada a una lesión tisular, real o potencial, que es vehiculada por fibras nerviosas específicas al encéfalo, donde puede modularse su percepción consciente. El *dolor orgánico* que nace en una víscera como el estómago varía de sordo a intenso; sin embargo, el dolor se localiza mal. Irradia al nivel del dermatoma que recibe fibras sensitivas viscerales del órgano afectado. El *dolor referido visceral* provocado por una úlcera gástrica, por ejemplo, se refiere a la región epigástrica debido a que el estómago está inervado por aferentes para el dolor que llegan a los ganglios sensitivos espinales y a los segmentos medulares T7 y T8 a través del nervio esplácnico mayor (fig. C2-12). El cerebro interpreta el dolor como si la irritación tuviera lugar en la piel de la región epigástrica, que también está inervada por los mismos ganglios sensitivos y segmentos medulares.

El dolor que se origina en el peritoneo parietal es de tipo somático y suele ser intenso. Es posible localizar el punto donde se origina. La base anatómica de esta localización del dolor es que el peritoneo parietal está inervado por fibras sensitivas somáticas, a través de los nervios torácicos, mientras que una víscera como el apéndice vermiforme está inervada por fibras aferentes viscerales del nervio esplácnico menor. El peritoneo parietal inflamado es extremadamente sensible al estiramiento. Cuando se aplica presión con el dedo en la pared anterolateral del abdomen por encima del lugar de la inflamación, el peritoneo parietal se estira. Al apartar el dedo bruscamente, suele percibirse un dolor localizado muy intenso, que se conoce como *dolor de rebote*.

INTESTINO DELGADO E INTESTINO GRUESO

Úlceras duodenales

Las **úlceras duodenales (pépticas)** son erosiones inflamatorias de la pared duodenal. La mayoría (65 %) se encuentra en la pared posterior de la porción superior del duodeno, en la zona situada en los primeros 3 cm desde el píloro. En ocasiones, la úlcera perfora la pared duodenal y permite que su contenido entre en la cavidad peritoneal y produzca una *peritonitis*. Debido a que la porción superior del duodeno se relaciona estrechamente con el hígado, la vesícula biliar y el páncreas, cualquiera de ellos puede adherirse al duodeno inflamado. También pueden ulcerarse a medida que la lesión sigue erosionando el tejido circundante. Aunque es frecuente el sangrado de las úlceras duodenales, la *erosión de la arteria gastroduodenal*, una relación posterior de la porción superior del duodeno, por una úlcera duodenal causa una hemorragia grave en la cavidad peritoneal, con la consiguiente peritonitis.

Cambios evolutivos en el mesoduodeno

Durante el periodo fetal temprano, todo el duodeno posee un mesenterio; sin embargo, la mayoría se fusiona con la pared posterior del abdomen debido a la presión ejercida por el colon transverso que lo cubre. Como la inserción del mesoduodeno a la pared es secundaria (producida mediante la formación de una *fascia de fusión*; se ha tratado en «Embriología de la cavidad peritoneal», p. 218), el duodeno —y el páncreas, que se encuentra estrechamente asociado a él— pueden separarse (movilizarse quirúrgicamente) de las vísceras retroperitoneales subyacentes durante las intervenciones quirúrgicas en el duodeno sin poner en peligro el aporte sanguíneo del riñón ni el del uréter.

Hernias paraduodenales

Alrededor de la flexura duodenoyeyunal existen dos o tres pliegues y fosas (recesos) inconstantes (fig. C2-13). El *pliegue y la fosa paraduodenales* son grandes y se sitúan a la izquierda de la porción ascendente del duodeno. Si un asa de intestino se introduce en esta fosa, puede estrangularse. Durante la reparación de una **hernia paraduodenal** hay que ir con cuidado para no lesionar las ramas de la arteria y la vena mesentéricas inferiores o las ramas ascendentes de la arteria cólica izquierda, que están íntimamente relacionadas con el pliegue y la fosa paraduodenales.

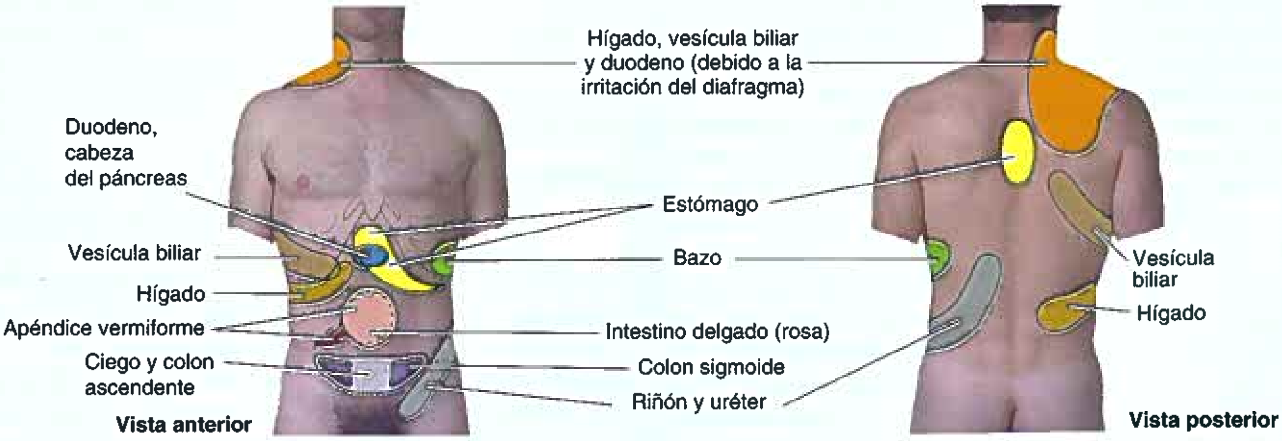


FIGURA C2-12.

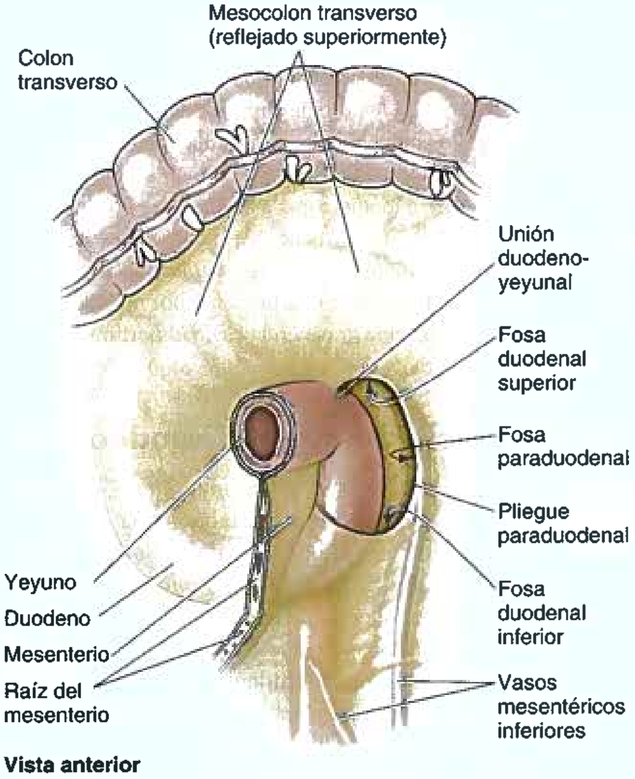


FIGURA C2-13.

Breve revisión de la rotación embrionaria del intestino medio

El conocimiento de la rotación del intestino medio explica la disposición de los intestinos en el adulto. El intestino primigenio consta del intestino anterior, medio y posterior. El dolor que procede de los derivados del intestino anterior (esófago, estómago, páncreas, duodeno, hígado y conductos biliares) se localiza en la región epigástrica. El dolor procedente de los derivados del intestino medio (intestino delgado distal al conducto colédoco, ciego, apéndice vermiforme, colon ascendente y la mayor parte del colon transverso) se localiza en la región periumbilical. El dolor procedente de los derivados del intestino posterior (porción distal del colon transverso, colon descendente, colon sigmoide y recto) se localiza en la región hipogástrica.

Durante 4 semanas, el crecimiento rápido del intestino medio, irrigado por la AMS, se hernia fisiológicamente en la porción proximal del cordón umbilical (fig. C2-14A). Se une al saco vitelino mediante el conducto vitelino. Cuando vuelve a la cavidad abdominal, el intestino medio rota 270° alrededor del eje de la AMS (fig. C2-14B y C). A medida que disminuye el tamaño relativo del hígado y los riñones, el intestino medio regresa a la cavidad abdominal al ir aumentando el espacio disponible. A medida que las porciones del intestino ocupan sus posiciones definitivas, sus inserciones mesentéricas sufren modificaciones (fig. C2-14D y E). Algunos mesenterios se acortan y otros desaparecen (p. ej., la mayor parte del mesenterio duodenal). La malrotación del intestino medio causa diversas anomalías congénitas, como el vólvulo (torsión) del intestino.

Desplazarse por el intestino delgado

Cuando se exponen porciones de intestino delgado a través de una herida quirúrgica, no es evidente cuál es el extremo proximal y cuál el distal de un asa de intestino. Si se pretende seguir el intestino en una dirección particular (p. ej., tratar de seguir el íleon hasta la unión ileocecal), es importante saber qué extremo es cada uno. Es posible que falte el peristaltismo normal, que podría proporcionar una indicación. Hay que colocar las manos a cada lado del intestino y su mesenterio, y a continuación seguir el mesenterio con los dedos hasta la raíz (su inserción en la pared posterior del abdomen), desenredando el asa de intestino si es necesario. Cuando se ha enderezado el mesenterio y el intestino para alinearse con la dirección de la raíz, el extremo superior será el craneal y el inferior será el caudal.

Isquemia intestinal

La *oclusión de los vasos rectos* (v. fig. 2-48B) por émbolos (p. ej., coágulos de sangre) provoca *isquemia* de la parte de intestino afectada. Si la isquemia es grave, produce la *necrosis* del segmento implicado y aparece un **íleo** (obstrucción del intestino) de tipo paralítico. El íleo se acompaña de dolor cólico intenso y de distensión abdominal, vómitos y, a menudo, fiebre y deshidratación. Si el cuadro se diagnostica pronto (p. ej., utilizando una *arteriografía mesentérica superior*), la parte obstruida del vaso puede tratarse quirúrgicamente.

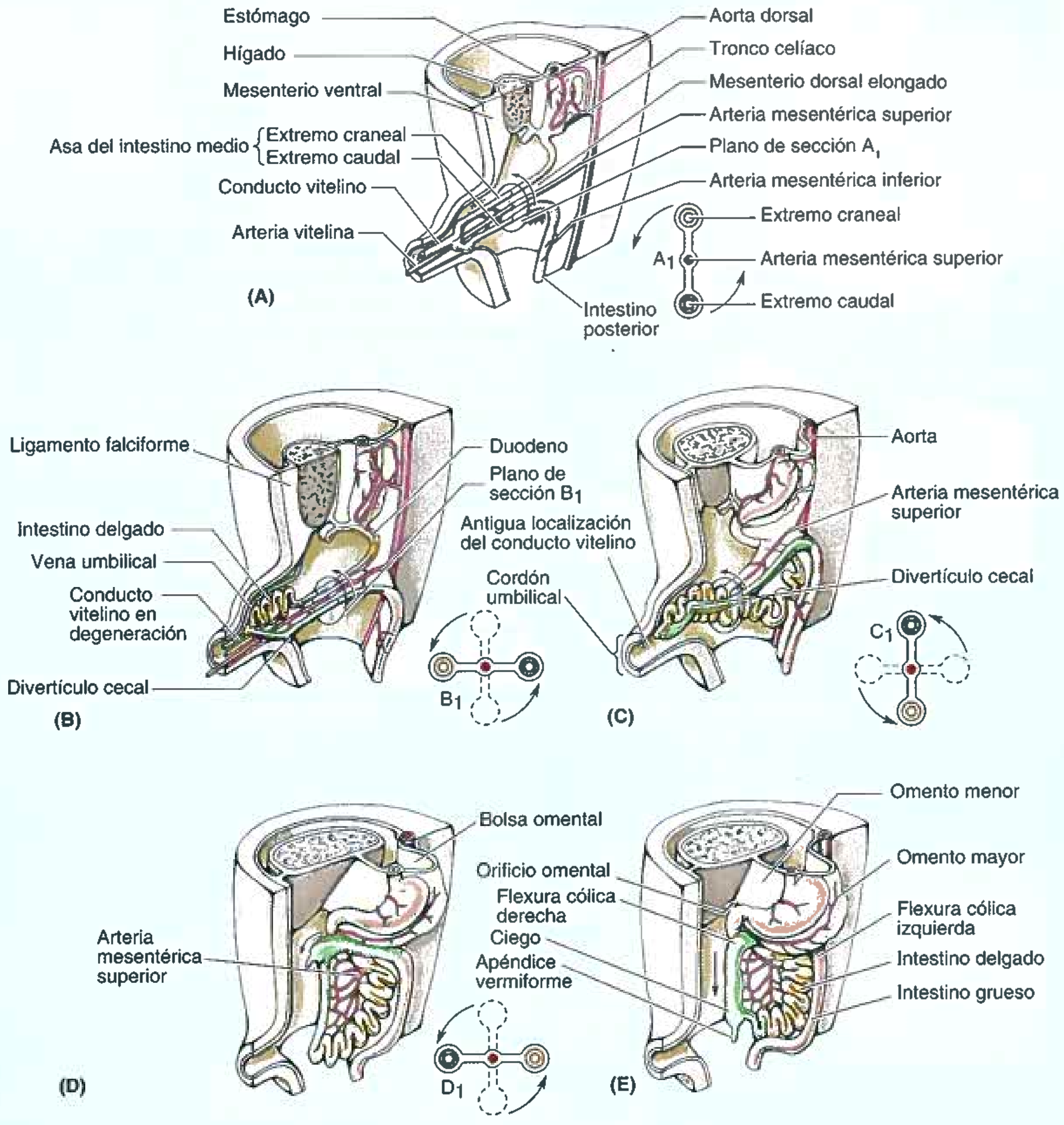
Divertículo ileal

Un **divertículo ileal** (de Meckel) es una anomalía congénita que afecta al 1 % a 2 % de la población. El divertículo, que es un resto de la porción proximal del conducto vitelino embrionario, aparece generalmente como una bolsa digitiforme (fig. C2-15A). Siempre está en el lugar de inserción del conducto vitelino, en el borde antimesentérico (el borde del intestino opuesto a la inserción mesentérica) del íleon. El divertículo se localiza normalmente a 30-60 cm de la unión ileocecal en los lactantes y a 50 cm en los adultos. Puede estar libre (74 %) o fijado al ombligo (26 %) (fig. C2-15B). Aunque su mucosa es predominantemente de tipo ileal, también puede incluir áreas de tejido gástrico productor de ácido, de tejido pancreático o de mucosa colónica o yeyunal. Un divertículo ileal puede inflamarse y producir un dolor que se asemeja al causado por la apendicitis.

Situación del apéndice vermiforme

El *apéndice retrocecal* se extiende superiormente hacia la flexura cólica derecha y suele estar libre (v. fig. 2-53C). Ocasionalmente se encuentra bajo la cubierta peritoneal del ciego, donde suele fusionarse con el ciego o con la pared posterior del abdomen. El apéndice puede proyectarse inferiormente hacia o por encima del borde del estrecho superior de la pelvis. La posición anatómica del apéndice determina los síntomas y la localización del espasmo muscular y de la sensibilidad dolorosa cuando el apéndice se inflama. La base del apéndice se encuen-

Rotación del intestino medio


Estómago
Hígado
Mesenterio ventral
Asa del intestino medio
Extremo craneal
Extremo caudal
Conducto vitelino
Arteria vitelina
(A)
Aorta dorsal
Tronco celíaco
Mesenterio dorsal elongado
Arteria mesentérica superior
Plano de sección A1
Arteria mesentérica inferior
Extremo craneal
A1
Arteria mesentérica superior
Extremo caudal
Intestino posterior
Ligamento falciforme
Intestino delgado
Vena umbilical
Conducto vitelino en degeneración
Divertículo cecal
(B)
Duodeno
Plano de sección B1
Antigua localización del conducto vitelino
Cordón umbilical
B1
(C)
Aorta
Arteria mesentérica superior
Divertículo cecal
C1
Bolsa omental
Arteria mesentérica superior
(D)
Orificio omental
Flexura cólica derecha
Ciego
Apéndice vermiforme
D1
(E)
Omento menor
Omento mayor
Flexura cólica izquierda
Intestino delgado
Intestino grueso

Vistas oblicuas anteriores izquierdas

FIGURA C2-14.

tra profunda a un punto situado a un tercio de la longitud de una línea oblicua que une la EIAS derecha con el ombligo (el *punto de McBurney* sobre la *línea espinoumbilical*).

Apendicitis

La inflamación aguda del apéndice vermiforme, la **apendicitis,** es una causa frecuente de *abdomen agudo* (dolor abdominal intenso de aparición súbita). Normalmente, la presión digital en el punto de McBurney desencadena el dolor abdominal más intenso. En personas jóvenes, la apendicitis suele estar causada por hiperplasia de los folículos linfoides del apéndice, que ocluyen su luz. En personas de más edad, la obstrucción normalmente se debe a un *fecalito (coprolito),* una concreción formada alrededor de un centro de material fecal. Cuando las secreciones del apéndice no pueden salir, éste se hincha y estira el peritoneo visceral. El dolor de la apendicitis suele comenzar de forma vaga en la región periumbilical; esto se debe a que las fibras dolorosas aferentes entran en la médula espinal a nivel de T10. Posteriormente, aparece un dolor intenso en el CID debido a la irritación del peritoneo parietal que tapiza la pared posterior del abdomen. La extensión del muslo en la articulación de la cadera aumenta el dolor.

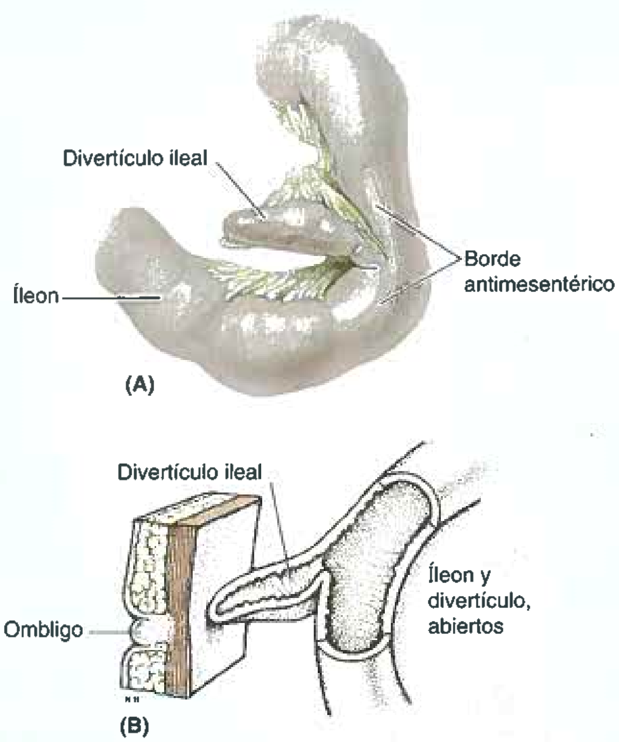


FIGURA C2-15.

La infección aguda del apéndice puede provocar una *trombosis* (coagulación de la sangre) en la arteria apendicular, que a menudo se sigue de isquemia, gangrena (muerte del tejido) y perforación del apéndice inflamado. La *rotura del apéndice* provoca una infección en el peritoneo (*peritonitis*), aumento del dolor abdominal, náuseas, vómitos, o ambos, y *rigidez abdominal* (agarrotamiento de los músculos abdominales). La flexión del muslo derecho alivia el dolor, ya que produce la relajación del músculo psoas derecho, un flexor del muslo.

Apendicectomía

La extirpación quirúrgica del apéndice vermiforme **(apendicectomía),** puede realizarse a través de una incisión transversal o alternante (con separación de fibras musculares) centrada en el punto de McBurney, en el CID (v. el cuadro azul «Incisiones quirúrgicas del abdomen», p. 198). Tradicionalmente se utiliza una incisión alternante perpendicular a la línea espinoumbilical, pero también se usa con frecuencia la incisión transversal. La elección del lugar y del tipo de incisión depende del cirujano. Aunque típicamente el apéndice inflamado se encuentra profundo al punto de McBurney, el lugar de máximo dolor y sensibilidad indica su localización real.

La **apendicectomía laparoscópica** se ha convertido en el procedimiento estándar que se utiliza selectivamente para extirpar el apéndice. En primer lugar se infla la cavidad abdominal con dióxido de carbono gaseoso, distendiendo la pared abdominal, para aumentar la visibilidad y el espacio de trabajo. El laparoscopio se introduce a través de una pequeña incisión en la pared anterolateral del abdomen (p. ej., cerca o a través del ombligo). Se necesitan una o dos incisiones adicionales («portales») para el acceso quirúrgico (instrumental) al apéndice y a los vasos relacionados.

En los infrecuentes casos de *malrotación intestinal*, o falta de descenso del ciego, el apéndice vermiforme no se encuentra en el CID. Cuando el ciego es alto (*ciego subhepático*), el apéndice se sitúa en el hipocondrio derecho (v. tabla 2-1) y el dolor se localiza en esta región, no en el CID.

Colon ascendente móvil

Cuando la porción inferior del colon ascendente tiene un mesenterio, el ciego y la porción proximal del colon suelen ser móviles. Esta situación, presente aproximadamente en el 11 % de los individuos, puede provocar un *vólvulo del colon* (del latín *volvo*, girar), una obstrucción del intestino debida a su torsión. La *cecopexia* puede evitar el vólvulo y la posible obstrucción del colon. En esta intervención de anclaje, se sutura una tenia del ciego y del colon ascendente proximal a la pared del abdomen.

Colitis, colectomía, ileostomía y colostomía

La inflamación crónica del colon (**colitis** *ulcerosa*, *enfermedad de Crohn*) se caracteriza por la inflamación grave y la ulceración del colon y el recto. En algunos pacientes se lleva a cabo una **colectomía,** durante la cual se extirpan la porción terminal del íleon y el colon, así como el recto y el conducto anal. Luego se realiza una **ileostomía** para establecer un *estoma,* una abertura cutánea artificial entre el íleon y la piel de la pared anterolateral del abdomen (fig. C2-16A). La porción final del íleon se pasa a través de la periferia de la citada abertura en la pared anterolateral del abdomen y se cose a ella, permitiendo así la salida de su contenido. Tras efectuar una colectomía parcial, se lleva a cabo una **colostomía** o *sigmoidostomía* para crear una abertura cutánea artificial para la porción terminal del colon (fig. C2-16B).

Colonoscopia

El interior del colon puede observarse y fotografiarse en un procedimiento conocido como **colonoscopia** o *coloscopia,* utilizando un endoscopio alargado y flexible de fibra óptica (*colonoscopio*) que se introduce en el colon a través del ano y el recto (fig. C2-17A). Es posible introducir pequeños instrumentos a través del colonoscopio, que se utilizan para realizar intervenciones quirúrgicas menores, como obtención de biopsias o extirpación de pólipos. La mayoría de los tumores del intestino grueso afectan al colon sigmoide y al recto; a menudo aparecen cerca de la unión rectosigmoidea. El interior del colon sigmoide se observa con un *sigmoidoscopio,* un endoscopio más corto, en un procedimiento denominado *sigmoidoscopia.*

Diverticulosis

La **diverticulosis** es un trastorno en el cual aparecen numerosos falsos *divertículos* (evaginaciones externas o saculaciones de la mucosa del colon) a lo largo del

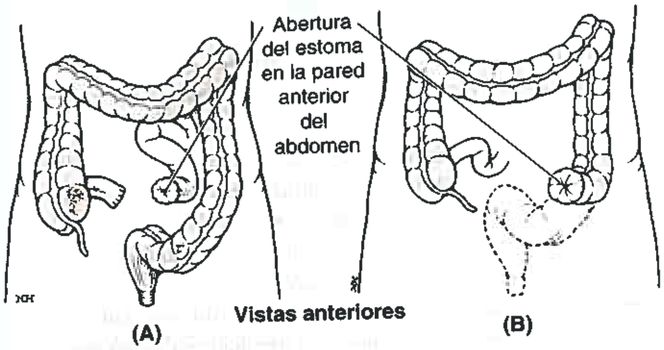

Abertura del estoma en la pared anterior del abdomen
Vistas anteriores
(A)
(B)

FIGURA C2-16. A. Ileostomía. B. Colostomía.

intestino. Afecta principalmente a personas de mediana edad y ancianos. La diverticulosis se localiza frecuentemente en el colon sigmoide (fig. C2-17C y D).

Los *divertículos colónicos* no son auténticos divertículos, ya que se forman a partir de protrusiones sólo de la mucosa, evaginadas a través de puntos débiles (separaciones) que aparecen entre fibras musculares, en lugar de afectar a toda la pared del colon. Se encuentran con más frecuencia en la cara mesentérica de las dos tenias del colon no mesentéricas, donde las arterias nutricias perforan la capa muscular para llegar a la submucosa.

Los divertículos pueden infectarse y romperse, produciendo una diverticulitis. También pueden alterar y erosionar las arterias nutricias, lo que provoca hemorragias. Las dietas ricas en fibra se han mostrado eficaces para disminuir la aparición de divertículos.

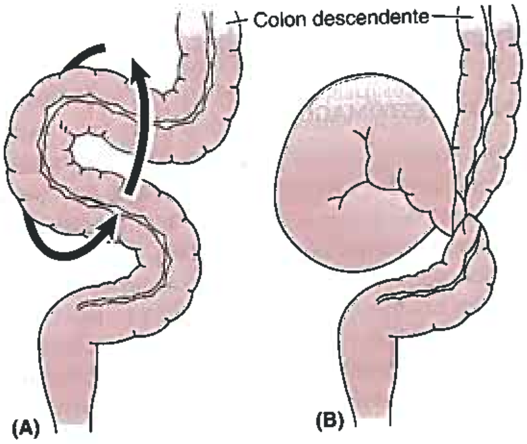

Colon descendente
(A)
(B)

FIGURA C2-18. Vólvulo del colon sigmoide.

Vólvulo del colon sigmoide

La rotación y torsión del asa móvil del colon y el mesocolon sigmoides —**vólvulo del colon sigmoide** (fig. C2-18)— determina la obstrucción de la luz del colon descendente y de cualquier porción de colon sigmoide proximal al segmento retorcido. Se produce *estreñimiento* (imposibilidad de paso de las heces) e *isquemia* (ausencia de flujo sanguíneo) en la porción enrollada de colon, que puede progresar hasta la *impactación fecal* (acumulación inamovible de heces comprimidas o endurecidas) del colon y la posible *necrosis* (muerte tisular) del segmento afectado si no se trata.

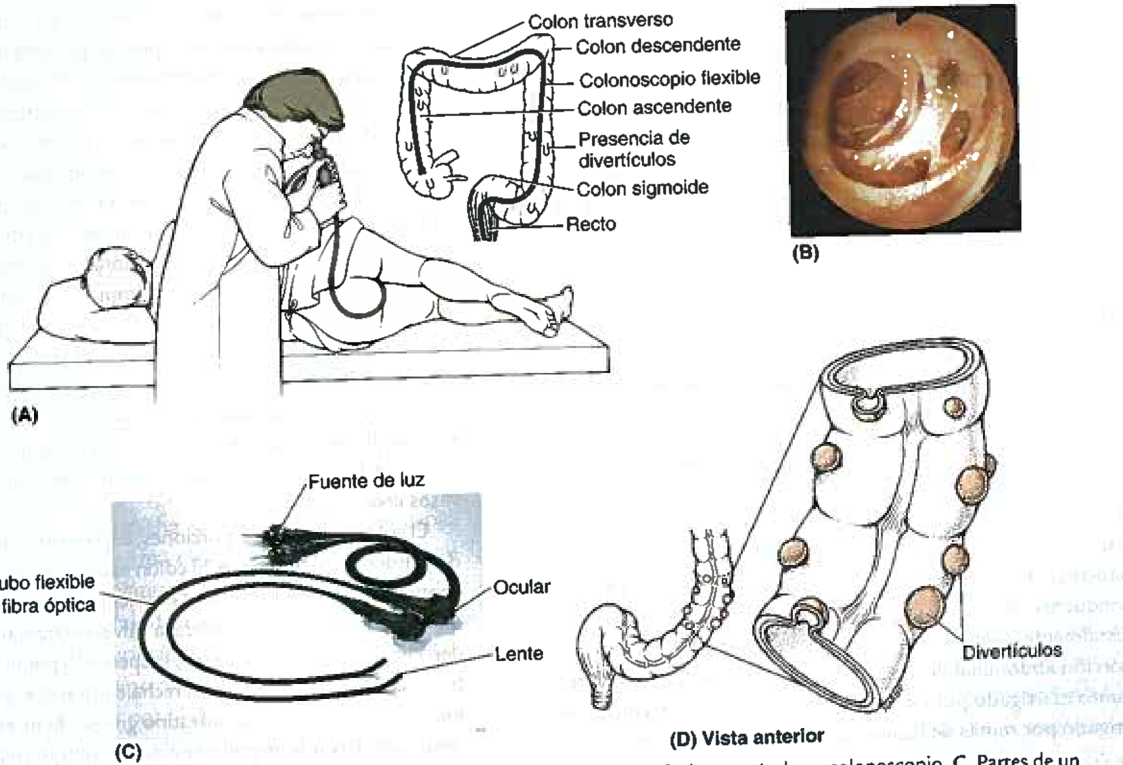

Colon transverso
Colon descendente
Colonoscopio flexible
Colon ascendente
Presencia de divertículos
Colon sigmoide
Recto
(A)
(B)
Fuente de luz
Tubo flexible de fibra óptica
Ocular
Lente
(C)
Divertículos
(D) Vista anterior

FIGURA C2-17. **Examen del intestino grueso.** A. Colonoscopia. B. Diverticulosis del colon, fotografiada a través de un colonoscopio. C. Partes de un colonoscopio. Pueden hacerse fotografías mediante una cámara unida al colonoscopio. D. Divertículos en el colon sigmoide.

Puntos fundamentales

ESÓFAGO Y ESTÓMAGO

Esófago. El esófago es un transportador tubular de alimentos, que los lleva desde la faringe hasta el estómago. ♦ El esófago entra en el diafragma a nivel de la vértebra T10, pasando a través de su pilar derecho, que se decusa alrededor suyo para formar el esfínter esofágico inferior fisiológico. ♦ La porción abdominal, en forma de trompeta, formada totalmente por músculo liso inervado por el plexo nervioso esofágico, entra en el cardias del estómago. ♦ La porción abdominal del esófago recibe sangre de las ramas esofágicas de la arteria gástrica izquierda (procedente del tronco celíaco). ♦ Las venas submucosas drenan en los sistemas sistémico y portal, por lo que constituyen anastomosis portocavas que pueden volverse varicosas en presencia de hipertensión portal. ♦ Internamente, en el individuo vivo, el esófago está separado del estómago por una transición brusca de la mucosa, la línea Z.

Estómago. El estómago es la porción dilatada del tubo digestivo, situada entre el esófago y el duodeno, especializada en acumular el alimento ingerido y prepararlo química y mecánicamente para la digestión. ♦ El estómago se dispone asimétricamente en la cavidad abdominal, a la izquierda de la línea media y normalmente en el CSI. Sin embargo, la posición del estómago puede variar notablemente entre personas con distintos biotipos. ♦ La porción abdominal del esófago entra en el cardias, y su porción pilórica conduce a la salida hacia el duodeno. ♦ El vaciado gástrico está controlado por el píloro. ♦ En vida, la cara interna del estómago está recubierta por una capa protectora de moco, que recubre unos pliegues gástricos que desaparecen con la distensión. ♦ El estómago es intraperitoneal; el omento menor (que envuelve las anastomosis entre los vasos gástricos derechos e izquierdos) está fijado a su curvatura menor, y el omento mayor (que envuelve las anastomosis entre los vasos gastroomentales derechos e izquierdos) está fijado a su curvatura mayor. ♦ Los vasos de sus curvaturas irrigan el cuerpo y el antro pilórico del estómago. La parte superior del cuerpo y el fundus están irrigados por vasos gástricos cortos y posteriores. ♦ El músculo liso trilaminar del estómago y las glándulas gástricas reciben inervación parasimpática procedente del vago; la inervación simpática del estómago es vasoconstrictora y se opone al peristaltismo.

INTESTINO DELGADO E INTESTINO GRUESO

Intestino delgado. El duodeno es la primera porción del intestino delgado, y recibe quimo mezclado con ácido gástrico y pepsina directamente desde el estómago a través del píloro. ♦ El duodeno sigue en su mayor parte un curso secundariamente retroperitoneal, en forma de C, alrededor de la cabeza del páncreas. ♦ La porción descendente del duodeno recibe los conductos colédoco y pancreático. ♦ A este nivel, o justo distalmente, se produce una transición en la irrigación de la porción abdominal del tubo digestivo. Proximalmente a este punto es irrigado por ramas del tronco celíaco y distalmente es irrigado por ramas de la arteria mesentérica superior.

El yeyuno y el íleon forman las asas de intestino delgado que ocupan la mayor parte de la división infracólica del saco mayor de la cavidad peritoneal. ♦ El yeyuno se sitúa mayoritariamente en la región superior derecha y el íleon en la inferior izquierda. Su longitud conjunta es de 3-4 m (en el cadáver; en el individuo vivo es más corto, debido a la «tonicidad» de esta estructura). Los dos quintos proximales son yeyuno y los tres quintos distales son íleon, aunque no existe una línea de transición clara entre ambos. El diámetro del intestino delgado se hace progresivamente más pequeño a medida que el quimo semilíquido avanza a través de él. ♦ Sus vasos sanguíneos también se hacen más pequeños, pero el número de hileras de arcadas aumenta, mientras disminuye la longitud de los vasos rectos. ♦ La grasa en que están embebidos estos vasos dentro del mesenterio aumenta, haciendo que sea más difícil visualizar estas estructuras. ♦ El íleon se caracteriza por su abundancia de tejido linfoide, que se acumula en nodulillos linfoides (placas de Peyer). ♦ La porción intraperitoneal del intestino delgado (yeyuno e íleon) está suspendida del mesenterio, cuya raíz se extiende desde la unión duodenoyeyunal a la izquierda de la línea media y a nivel de L2 hasta la unión ileocecal en la fosa ilíaca derecha. ♦ Un divertículo ileal es una anomalía congénita presente en el 1% a 2% de la población. Su longitud es de 3-6 cm y en los adultos típicamente se localiza a 50 cm de la unión ileocecal.

Intestino grueso. El intestino grueso está formado por el ciego, el apéndice vermiforme, el colon (ascendente, transverso, descendente y sigmoide), el recto y el conducto anal. ♦ El intestino grueso se caracteriza por presentar tenias cólicas, haustras, apéndices omentales y un gran diámetro. ♦ El intestino grueso empieza en la válvula ileocecal, pero su primera porción, el ciego, es un saco que cuelga inferiormente a la válvula. ♦ El ciego, sacular, es la parte más ancha del intestino grueso; es totalmente intraperitoneal y no posee mesenterio, por lo que puede moverse dentro de la fosa ilíaca derecha. La válvula ileocecal es una combinación de válvula y de esfínter débil, y se abre periódicamente de manera activa para permitir la entrada del contenido del íleon, y forma una válvula unidireccional fundamentalmente pasiva entre el íleon y el ciego que impide el reflujo. ♦ El apéndice vermiforme es un divertículo intestinal, rico en tejido linfoide, que desemboca en la cara medial del ciego, normalmente profundo a la unión del tercio lateral y de los dos tercios mediales de la línea espinoumbilical. Habitualmente, el apéndice tiene una posición retrocecal, pero el 32% de las veces desciende hasta la pelvis menor. ♦ El ciego y el apéndice están irrigados por ramas de los vasos ileocecales.

El colon tiene cuatro porciones: ascendente, transverso, descendente y sigmoide. ♦ El colon ascendente es una continuación superior, secundariamente retroperitoneal, del ciego, que se extiende entre el nivel de la válvula ileocecal y la flexura cólica derecha. ♦ El colon transverso, suspendido por el mesocolon transverso entre las flexuras derecha e izquierda, es la porción más larga y más móvil del intestino grueso. El nivel hasta el que desciende depende en gran medida del biotipo (hábito corporal).

◆ El colon descendente ocupa una posición secundariamente retroperitoneal entre la flexura cólica izquierda y la fosa ilíaca izquierda, donde se continúa con el colon sigmoide. ◆ El colon sigmoide, con forma de S, está suspendido del mesocolon sigmoide; su situación y longitud son muy variables, y finaliza en la unión rectosigmoidea. Las tenias, haustras y apéndices omentales se interrumpen en dicha unión, situada anterior al tercer segmento sacro.

La porción de intestino grueso proximal a la flexura cólica izquierda (ciego, apéndice vermiforme y colon ascendente y transverso) es irrigada por ramas de los vasos mesentéricos superiores. Distalmente a la flexura, la mayor parte del intestino grueso restante (colon sigmoide y descendente, y recto superior) es irrigada por los vasos mesentéricos inferiores. ◆ La flexura cólica izquierda también marca la división entre la inervación parasimpática craneal (vagos) y sacra (esplácnicos pélvicos) del tubo digestivo. ◆ Las fibras simpáticas son transportadas hasta el intestino grueso por los nervios abdominopélvicos (menor y lumbar), a través de los ganglios prevertebrales (mesentéricos superior e inferior) y los plexos periarteriales. ◆ La mitad del colon sigmoide marca una divisoria en la inervación sensitiva del tubo digestivo abdominal: proximalmente, las aferentes viscerales para el dolor viajan retrógradamente con las fibras simpáticas hasta los ganglios sensitivos de nervios espinales, mientras que las que transportan información para los reflejos viajan con fibras parasimpáticas hasta los ganglios sensitivos vagales; distalmente, los dos tipos de fibras aferentes viscerales viajan con las fibras parasimpáticas hasta los ganglios sensitivos de nervios espinales.

Bazo

El **bazo** es un órgano ovoide y pulposo, habitualmente de tono morado, que tiene aproximadamente la forma y el tamaño de un puño cerrado. Es relativamente delicado, y está considerado el órgano abdominal más vulnerable. Se sitúa en la región superolateral del CSI, o hipocondrio del abdomen, donde goza de la protección de la caja torácica inferior (fig. 2-58A y B). Como el mayor órgano linfático, participa en el sistema de defensa del organismo: es un lugar de proliferación de linfocitos (células blancas de la sangre) y de vigilancia y respuesta inmunitarias.

Prenatalmente, el bazo es un órgano hematopoyético (formador de sangre), pero después del nacimiento se ocupa fundamentalmente de identificar, extraer de la circulación y destruir los glóbulos rojos gastados y las plaquetas rotas, así como de reciclar el hierro y la globina. El bazo actúa como reservorio de sangre, almacenando glóbulos rojos y plaquetas, y hasta cierto punto puede proporcionar una especie de «autotransfusión» en respuesta al estrés provocado por una hemorragia. A pesar de su tamaño y de las numerosas y útiles funciones que desempeña, no es un órgano vital (no es necesario para la vida).

Para llevar a cabo estas funciones, el bazo es una masa blanda y vascular (sinusoidal) con una cápsula fibroelástica relativamente delicada (fig. 2-58E). Su fina cápsula está rodeada por completo por una hoja de peritoneo visceral, excepto en el **hilio esplénico,** por donde entran y salen las ramas esplénicas de la arteria y la vena esplénicas, respectivamente (fig. 2-58D). Por ello, es capaz de una notable expansión y de una cierta contracción, relativamente rápida. Se trata de un órgano móvil, aunque no suele rebasar inferiormente la región costal; descansa sobre la *flexura cólica izquierda* (fig. 2-58A y B). Posteriormente se relaciona con las costillas 9.ª a 11.ª (su eje mayor es aproximadamente paralelo a la 10.ª costilla) y está separado de ellas por el diafragma y el *receso costodiafragmático,* una extensión a modo de hendidura de la cavidad pleural entre el diafragma y la parte inferior de la caja torácica. Las **relaciones del bazo** son:

- Anteriormente, el estómago.
- Posteriormente, la parte izquierda del diafragma, que le separa de la pleura, el pulmón y las costillas 9.ª a 11.ª.
- Inferiormente, la flexura cólica izquierda.
- Medialmente, el riñón izquierdo.

El bazo varía considerablemente de tamaño, peso y forma; no obstante, suele tener unos 12 cm de largo y 7 cm de ancho.

La **cara diafragmática del bazo** adopta una forma convexa para ajustarse a la concavidad del diafragma y a los cuerpos curvos de las costillas adyacentes (fig. 2-58A a C). La estrecha relación entre el bazo y las costillas, que normalmente le protegen, puede resultar perjudicial cuando se producen fracturas costales (v. el cuadro azul «Rotura esplénica», p. 281). Los **bordes anterior** y **superior del bazo** son agudos, a menudo escotados, mientras que su **extremidad posterior (medial)** y su **borde inferior** son redondeados (fig. 2-58D). Normalmente, el bazo no se extiende más allá del reborde del arco costal izquierdo, por lo que, a menos que se haya agrandado, es difícilmente palpable a través de la pared anterolateral del abdomen. Cuando se endurece y agranda hasta aproximadamente tres veces su tamaño normal, se desplaza por debajo del reborde costal izquierdo y su **borde superior (escotado)** se sitúa inferomedialmente (v. el cuadro azul «Esplenectomía y esplenomegalia», p. 281). El borde escotado es útil cuando se palpa un bazo agrandado, ya que cuando el sujeto efectúa una inspiración profunda, a menudo pueden palparse las escotaduras.

Normalmente el bazo contiene una gran cantidad de sangre que es expulsada periódicamente hacia la circulación por la acción del músculo liso de su cápsula y sus trabéculas. El gran tamaño de la arteria (o de la vena) esplénica indica el volumen de sangre que pasa a través de los capilares y los senos del bazo.

La delgada **cápsula fibrosa del bazo** está compuesta por tejido conectivo fibroelástico denso e irregular, que se engruesa en el hilio esplénico (fig. 2-58E). En su interior, las **trabéculas** (pequeñas bandas fibrosas), que se originan en la cara profunda de la cápsula, transportan vasos sanguíneos hasta y desde el parénquima o **pulpa esplénica,** la sustancia del bazo.

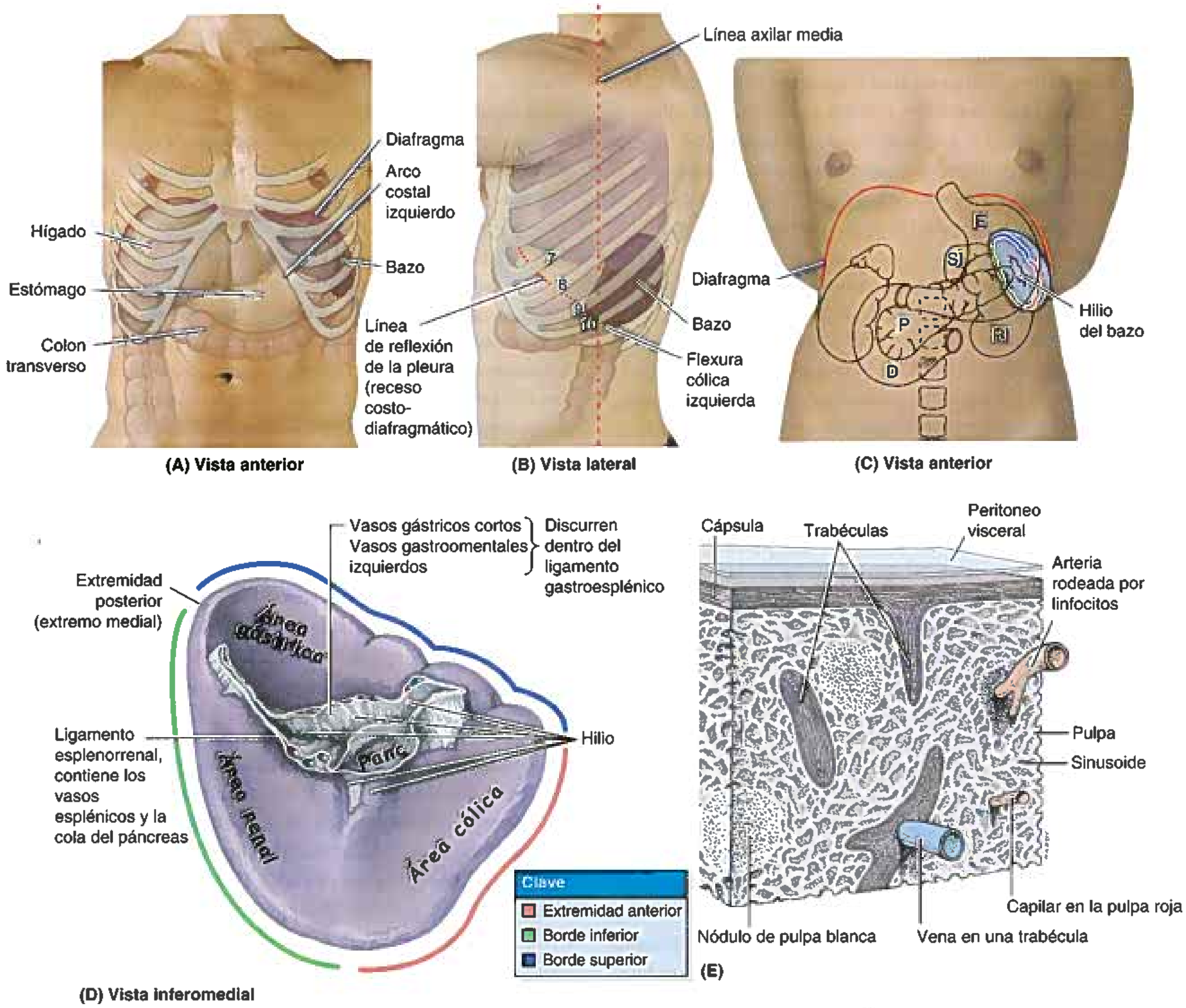

Línea axilar media
Diafragma
Arco costal izquierdo
Hígado
Bazo
Estómago
Colon transverso
Línea de reflexión de la pleura (receso costodiafragmático)
7
8
9
10
Diafragma
Bazo
Flexura cólica izquierda
E
SI
P
RI
D
Hilio del bazo
(A) Vista anterior
(B) Vista lateral
(C) Vista anterior
Vasos gástricos cortos
Vasos gastroomentales izquierdos
Discurren dentro del ligamento gastroesplénico
Extremidad posterior (extremo medial)
Área gástrica
Ligamento esplenorrenal, contiene los vasos esplénicos y la cola del páncreas
Panc
Hilio
Área renal
Área cólica
Clave
🟥 Extremidad anterior
🟩 Borde inferior
🟦 Borde superior
(D) Vista inferomedial
Cápsula
Trabéculas
Peritoneo visceral
Arteria rodeada por linfocitos
Pulpa
Sinusoide
Capilar en la pulpa roja
Nódulo de pulpa blanca
Vena en una trabécula
(E)

FIGURA 2-58. **El bazo.** **A** y **B.** Anatomía de superficie del bazo y relaciones con la parrilla costal, los órganos abdominales anteriores, las vísceras torácicas y el receso pleural costodiafragmático. **C.** Anatomía de superficie del bazo y el páncreas, y relaciones con el diafragma y las vísceras abdominales posteriores. D, duodeno; E, estómago; P, páncreas; RI, riñón izquierdo; SI, glándula suprarrenal izquierda. **D.** Cara visceral del bazo. Las escotaduras son características del borde superior. Las concavidades de la cara visceral son improntas formadas por las estructuras que están en contacto con el bazo. Panc, lugar de contacto con la cola del páncreas. **E.** Estructura interna del bazo.

El bazo está en contacto con la pared posterior del estómago y se conecta con su curvatura mayor mediante el *ligamento gastroesplénico*, y con el riñón izquierdo a través del **ligamento esplenorrenal.** Estos ligamentos, que contienen los vasos esplénicos, están unidos al hilio del bazo en su cara medial (fig. 2-58D). A menudo, el hilio del bazo está en contacto con la cola del páncreas y constituye el límite izquierdo de la bolsa omental.

La *vascularización arterial del bazo* procede de la **arteria esplénica,** la mayor rama del tronco celíaco (fig. 2-59A). Sigue un trayecto tortuoso posterior a la bolsa omental, anterior al riñón izquierdo y a lo largo del borde superior del páncreas. Entre las hojas del ligamento esplenorrenal, la arteria esplénica se divide en cinco o más ramas que entran en el hilio del bazo. La ausencia de anastomosis entre estos vasos arteriales dentro del bazo determina la formación de los *segmentos vasculares del bazo:* dos en el 84 % de los bazos y tres en el resto, entre los que existen planos relativamente avasculares, que permiten efectuar esplenectomías subtotales (v. el cuadro azul «Esplenectomía y esplenomegalia», p. 281).

El *drenaje venoso del bazo* se produce a través de la **vena esplénica,** formada por varias tributarias que emergen del hilio (figuras 2-59A y 2-60B). Se une a la vena mesentérica inferior (VMI) y discurre posterior al cuerpo y la cola del páncreas durante la mayor parte de su recorrido. La vena esplénica se une con la VMS posterior al cuello del páncreas para formar la *vena porta hepática*.

Los *vasos linfáticos esplénicos* parten de los nódulos linfáticos del hilio y pasan a lo largo de los vasos esplénicos hacia los **nódulos linfáticos pancreatoesplénicos** en su camino hacia los *nódulos celíacos* (fig. 2-61A). Los nódulos linfáticos pancreatoesplénicos se relacionan con la cara posterior y el borde superior del páncreas.

Los *nervios del bazo* derivan del *plexo celíaco* (fig. 2-61B). Se distribuyen principalmente a lo largo de las ramas de la arteria esplénica, y su función es vasomotora.

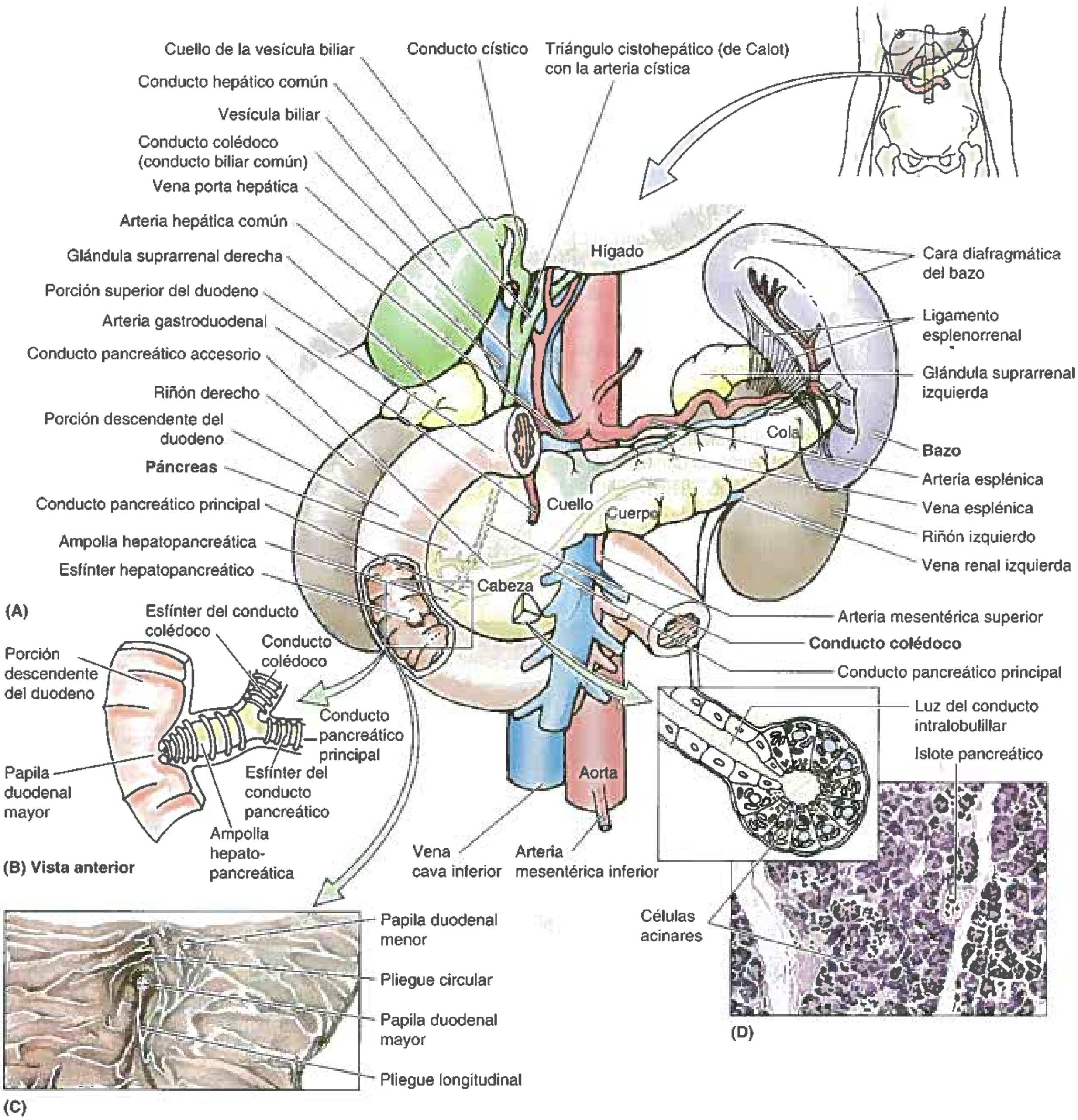

Cuello de la vesícula biliar
Conducto cístico
Triángulo cistohepático (de Calot) con la arteria cística
Conducto hepático común
Vesícula biliar
Conducto colédoco (conducto biliar común)
Vena porta hepática
Arteria hepática común
Glándula suprarrenal derecha
Porción superior del duodeno
Arteria gastroduodenal
Conducto pancreático accesorio
Riñón derecho
Porción descendente del duodeno
Páncreas
Conducto pancreático principal
Ampolla hepatopancreática
Esfínter hepatopancreático
Hígado
Cuello
Cuerpo
Cola
Cabeza
Cara diafragmática del bazo
Ligamento esplenorrenal
Glándula suprarrenal izquierda
Bazo
Arteria esplénica
Vena esplénica
Riñón izquierdo
Vena renal izquierda
Arteria mesentérica superior
Conducto colédoco
Conducto pancreático principal
(A)
Esfínter del conducto colédoco
Conducto colédoco
Porción descendente del duodeno
Conducto pancreático principal
Papila duodenal mayor
Esfínter del conducto pancreático
Ampolla hepato-pancreática
(B) Vista anterior
Aorta
Vena cava inferior
Arteria mesentérica inferior
Luz del conducto intralobulillar
Islote pancreático
Células acinares
(D)
Papila duodenal menor
Pliegue circular
Papila duodenal mayor
Pliegue longitudinal
(C)

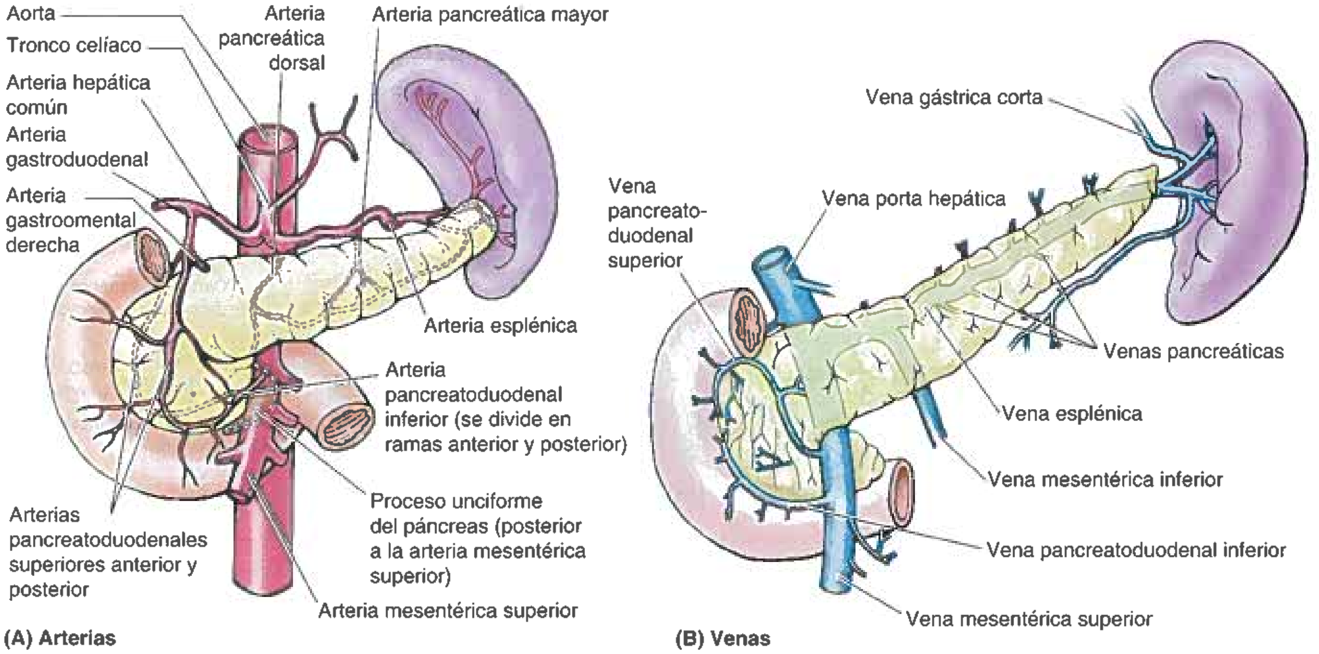
FIGURA 2-59. Bazo, páncreas, duodeno y vías biliares. A. Relaciones del bazo, el páncreas y las vías biliares extrahepáticas con otras vísceras retroperitoneales. **B.** Desembocadura del conducto colédoco y el conducto pancreático en el duodeno a través de la ampolla hepatopancreática. **C.** Interior de la porción descendente del duodeno donde se aprecian las papilas duodenales mayor y menor. **D.** Estructura del tejido acinar (productor de enzimas). La microfotografía del páncreas muestra acinos secretores y un islote pancreático.

Páncreas

El **páncreas** es una *glándula digestiva accesoria* alargada que se sitúa retroperitonealmente, cubriendo y cruzando transversalmente los cuerpos de las vértebras L1 y L2 (el nivel del plano transpilórico) en la pared posterior del abdomen (v. fig. 2-58C). Se halla posterior al estómago, entre el duodeno a la derecha y el bazo a la izquierda (fig. 2-59A). El mesocolon transverso se inserta a lo largo de su borde anterior (v. fig. 2-39A). El páncreas produce:

- Una secreción exocrina (*jugo pancreático* de las células acinares) que excreta en el duodeno a través de los conductos pancreáticos principal y accesorio.
- Secreciones endocrinas (*glucagón* e *insulina* de los *islotes pancreáticos* [de Langerhans]) que pasan a la sangre (v. figura 2-59D).

A efectos descriptivos, el páncreas se divide en cuatro porciones: *cabeza*, *cuello*, *cuerpo* y *cola*.

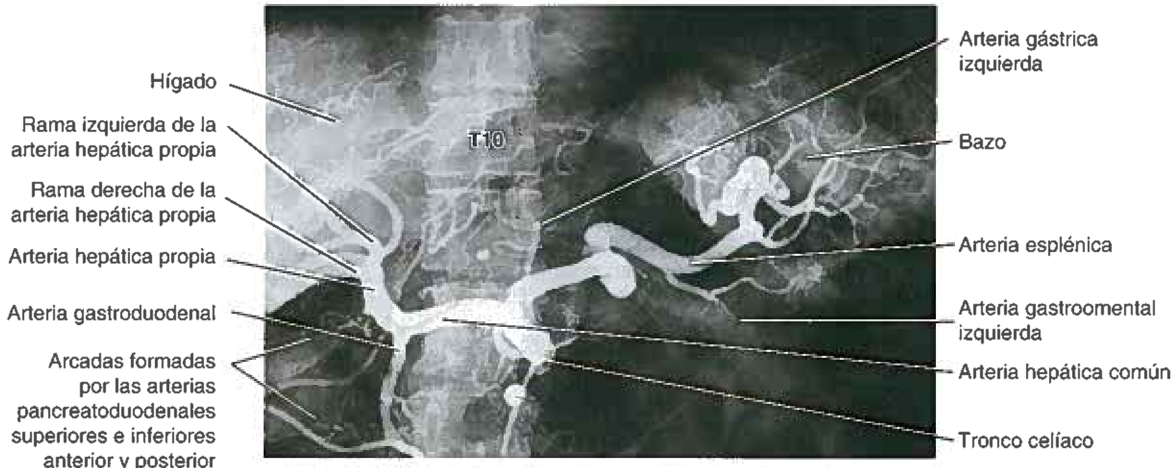

Aorta
Tronco celíaco
Arteria hepática común
Arteria gastroduodenal
Arteria gastroomental derecha
Arteria pancreática dorsal
Arteria pancreática mayor
Arteria esplénica
Arteria pancreatoduodenal inferior (se divide en ramas anterior y posterior)
Proceso unciforme del páncreas (posterior a la arteria mesentérica superior)
Arterias pancreatoduodenales superiores anterior y posterior
Arteria mesentérica superior
Vena gástrica corta
Vena porta hepática
Vena pancreatoduodenal superior
Venas pancreáticas
Vena esplénica
Vena mesentérica inferior
Vena pancreatoduodenal inferior
Vena mesentérica superior

(A) Arterias

Vista anterior

(B) Venas

Vista anterior


Hígado
Rama izquierda de la arteria hepática propia
Rama derecha de la arteria hepática propia
Arteria hepática propia
Arteria gastroduodenal
Arcadas formadas por las arterias pancreatoduodenales superiores e inferiores anterior y posterior
T10
Arteria gástrica izquierda
Bazo
Arteria esplénica
Arteria gastroomental izquierda
Arteria hepática común
Tronco celíaco

(C) Proyección anteroposterior

FIGURA 2-60. Vascularización arterial y drenaje venoso del páncreas. Debido a la estrecha relación entre el páncreas y el duodeno, comparten parcial o totalmente los vasos sanguíneos. **A.** Arterias. El bazo y el páncreas, excepto la parte inferior de la cabeza del páncreas (incluido el proceso unciforme), reciben sangre del tronco celíaco. **B.** Drenaje venoso. **C.** Arteriografía celíaca. Se ha inyectado selectivamente un colorante radiopaco en la luz del tronco celíaco.

La **cabeza del páncreas**, la porción ensanchada de la glándula, está abrazada por la curva en forma de C del duodeno, a la derecha de los vasos mesentéricos superiores, justo inferior al plano transpilórico. Se une firmemente a la cara medial de las porciones descendente y horizontal del duodeno. El **proceso unciforme,** una proyección de la parte inferior de la cabeza del páncreas, se extiende medialmente hacia la izquierda, posterior a la AMS (v. fig. 2-60A). La cabeza del páncreas descansa posteriormente sobre la VCI, la arteria y la vena renales derechas, y la vena renal izquierda. En su camino hacia su desembocadura en la porción descendente del duodeno, el *conducto colédoco* descansa en un surco sobre la cara posterosuperior de la cabeza o está incluido en su parénquima (v. fig. 2-59A y B; v. también fig. 2-45).

El **cuello del páncreas** es corto (1,5-2 cm) y oculta los vasos mesentéricos superiores, que forman un surco en su cara posterior (v. fig. 2-44B y C). La cara anterior del cuello, cubierta por peritoneo, es adyacente al *píloro del estómago*. La VMS se une a la vena esplénica posteriormente al cuello, para formar la vena porta hepática (fig. 2-60).

El **cuerpo del páncreas** se continúa desde el cuello y se sitúa a la izquierda de la AMS y la VMS, pasando sobre la aorta y la vértebra L2, continuando justo por encima del plano transpilórico, posterior a la bolsa omental. La cara anterior del cuerpo del páncreas está cubierta por peritoneo y se sitúa en el suelo de la bolsa omental, formando parte del lecho del estómago (v. fig. 2-39A y B). La cara posterior del cuerpo carece de peritoneo y se encuentra en

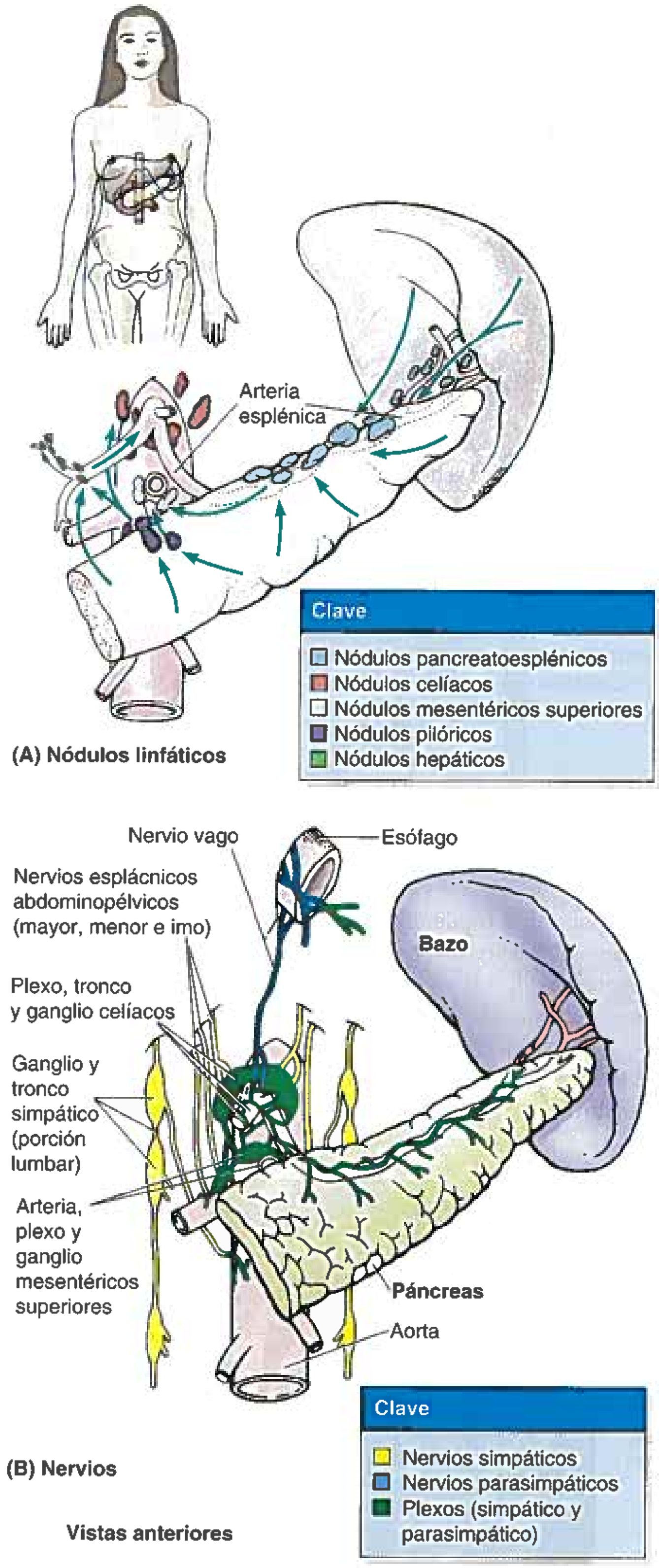

Arteria esplénica
Clave
🟦 Nódulos pancreatoesplénicos
🟥 Nódulos celíacos
☐ Nódulos mesentéricos superiores
🟪 Nódulos pilóricos
🟩 Nódulos hepáticos
(A) Nódulos linfáticos
Nervio vago
Esófago
Nervios esplácnicos abdominopélvicos (mayor, menor e imo)
Bazo
Plexo, tronco y ganglio celíacos
Ganglio y tronco simpático (porción lumbar)
Arteria, plexo y ganglio mesentéricos superiores
Páncreas
Aorta
Clave
🟨 Nervios simpáticos
🟦 Nervios parasimpáticos
🟩 Plexos (simpático y parasimpático)
(B) Nervios
Vistas anteriores

FIGURA 2-61. Drenaje linfático e inervación del páncreas y el bazo. **A.** Las *flechas* indican el flujo de linfa hacia los nódulos linfáticos. **B.** Los nervios del páncreas son nervios autónomos procedentes de los plexos celíaco y mesentérico superior. Una densa red de fibras nerviosas pasa desde el plexo celíaco a lo largo de la arteria esplénica hasta el bazo. En su mayoría son fibras simpáticas postsinápticas para el músculo liso de la cápsula esplénica, las trabéculas y los vasos intraesplénicos.

contacto con la aorta, la AMS, la glándula suprarrenal izquierda, el riñón izquierdo y los vasos renales (v. fig. 2-59A).

La **cola del páncreas** se sitúa anterior al riñón izquierdo, donde se relaciona estrechamente con el hilio del bazo y la flexura cólica izquierda. La cola es relativamente móvil y pasa entre las hojas del ligamento esplenorrenal junto con los vasos esplénicos (fig. 2-58D).

El **conducto pancreático principal** empieza en la cola del páncreas y discurre a lo largo del parénquima de la glándula hasta la cabeza, donde gira inferiormente y se relaciona estrechamente con el conducto colédoco (v. fig. 2-59A y B). Los conductos pancreático y colédoco normalmente se unen para formar la **ampolla hepatopancreática** (de Vater), corta y dilatada, que desemboca en la porción descendente del duodeno en el vértice de la *papila duodenal mayor* (v. fig. 2-59B y C). Como mínimo en el 25% de los casos, los dos conductos desembocan en el duodeno por separado.

El **esfínter del conducto pancreático** (alrededor de la porción terminal del conducto pancreático), el **esfínter del conducto colédoco** (alrededor de la terminación de éste) y el **esfínter de la ampolla** (esfínter hepatopancreático o de Oddi; alrededor de la ampolla hepatopancreática) son esfínteres de músculo liso que controlan el flujo de bilis y de jugo pancreático hacia la ampolla, e impiden el reflujo del contenido del duodeno hacia la ampolla.

El **conducto pancreático accesorio** (v. fig. 2-59A) desemboca en el duodeno, en el vértice de la *papila duodenal menor* (v. fig. 2-59C). En general, el conducto accesorio comunica con el conducto pancreático principal, pero algunas veces el conducto pancreático principal es más pequeño que el accesorio y ambos pueden no estar conectados. En estos casos, el conducto accesorio transporta la mayor parte del jugo pancreático.

La *irrigación arterial del páncreas* deriva principalmente de las ramas de la *arteria esplénica,* notablemente tortuosa. Existen numerosas **arterias pancreáticas** que forman varias arcadas con ramas pancreáticas de las *arterias gastroduodenal* y *mesentérica superior* (v. fig. 2-60A). Hasta 10 ramas pueden pasar desde la arteria esplénica al cuerpo y la cola del páncreas. Las *arterias pancreatoduodenales superiores anterior* y *posterior,* ramas de la arteria gastroduodenal, y las *arterias pancreatoduodenales inferiores anterior* y *posterior,* ramas de la AMS, forman arcadas localizadas anterior y posteriormente que irrigan la cabeza del páncreas.

El *drenaje venoso del páncreas* tiene lugar a través de las *venas pancreáticas* correspondientes, tributarias de las ramas esplénica y mesentérica superior de la vena porta hepática; la mayoría de ellas desemboca en la *vena esplénica* (v. fig. 2-60B).

Los *vasos linfáticos pancreáticos* acompañan a los vasos sanguíneos (fig. 2-61A). Casi todos ellos terminan en los *nódulos pancreatoesplénicos* que se encuentran a lo largo de la arteria esplénica, aunque algunos vasos lo hacen en los *nódulos linfáticos pilóricos*. Los vasos eferentes de estos nódulos drenan en los *nódulos linfáticos mesentéricos superiores* o en los *nódulos linfáticos celíacos* a través de los *nódulos linfáticos hepáticos*.

Los *nervios del páncreas* proceden de los *nervios vagos* y *esplácnicos abdominopélvicos* que pasan a través del diafragma (fig. 2-61B). Las fibras nerviosas parasimpáticas y simpáticas pasan a lo largo de las arterias del *plexo celíaco* y el **plexo mesentérico**

superior y llegan al páncreas (v. también «Resumen de la inervación de las vísceras abdominales», p. 301). Además de las fibras simpáticas que pasan hacia los vasos sanguíneos, las fibras simpáticas y parasimpáticas se distribuyen hacia las células acinares y los islotes pancreáticos. Las fibras parasimpáticas son secretomotoras, aunque la secreción pancreática está mediada principalmente por las hormonas secretina y colecistocinina, que se forman en el duodeno y la porción proximal del intestino en respuesta a la estimulación por parte del contenido ácido del estómago.

Hígado

El **hígado,** el mayor órgano del cuerpo después de la piel y la mayor glándula del organismo, pesa aproximadamente 1.500 g y supone aproximadamente el 2,5 % del peso corporal en el adulto. En el feto maduro actúa como órgano hematopoyético, y es proporcionalmente el doble de grande (5 % del peso corporal).

Con excepción de los lípidos, todas las sustancias absorbidas en el tubo digestivo se dirigen primero al hígado a través del sistema de la vena porta hepática. Además de sus numerosas actividades metabólicas, el hígado almacena glucógeno y secreta la **bilis,** un líquido amarillo amarronado o verde que colabora en la emulsión de las grasas.

La bilis sale del hígado a través de los *conductos biliares* —los *conductos hepáticos derecho* e *izquierdo*— que se unen para formar el *conducto hepático común*. Éste se une al *conducto cístico* para formar el *conducto colédoco*. El hígado produce bilis continuamente, pero entre comidas se acumula y almacena en la vesícula biliar, que además concentra la bilis absorbiendo agua y sales. Cuando el alimento llega al duodeno, la vesícula biliar envía bilis concentrada al duodeno a través de los conductos biliares.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE, CARAS, REFLEXIONES PERITONEALES Y RELACIONES DEL HÍGADO

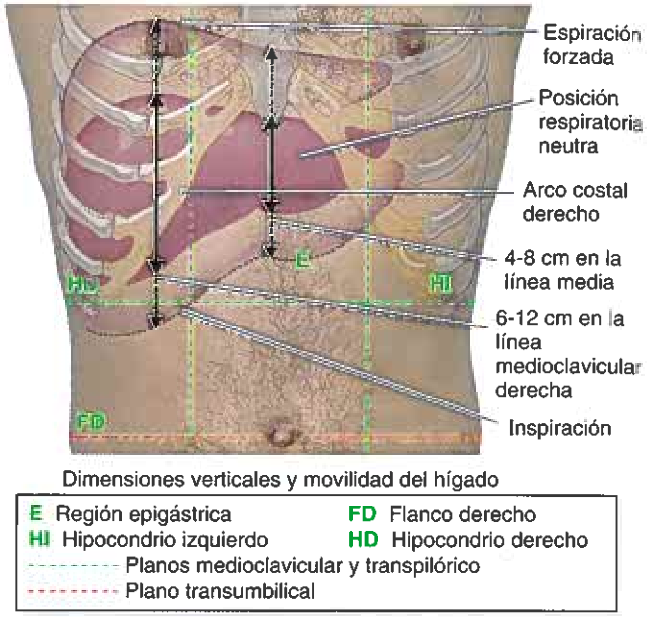
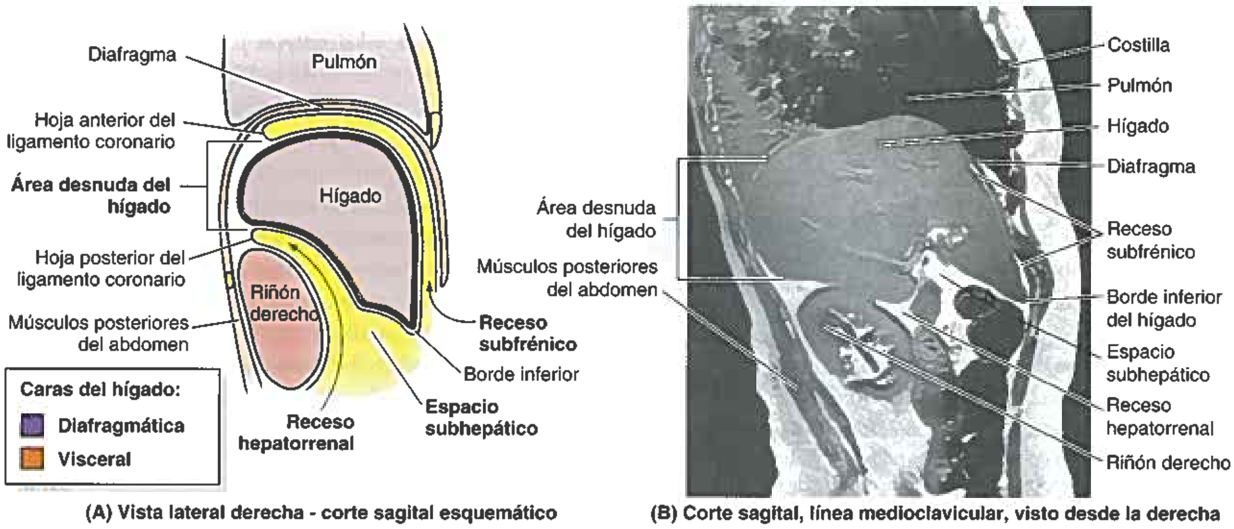

Espiración forzada
Posición respiratoria neutra
Arco costal derecho
4-8 cm en la línea media
6-12 cm en la línea medioclavicular derecha
Inspiración
E
HD
HI
FD
Dimensiones verticales y movilidad del hígado
E Región epigástrica
FD Flanco derecho
HI Hipocondrio izquierdo
HD Hipocondrio derecho
Planos medioclavicular y transpilórico
Plano transumbilical

FIGURA 2-62. Anatomía de superficie del hígado. Posición, extensión y relaciones del hígado con la caja torácica, y su movilidad ante los cambios de posición y los movimientos del diafragma.

El **hígado** se localiza principalmente en el cuadrante superior derecho del abdomen, donde es protegido por la **caja torácica** y el **diafragma** (fig. 2-62). El hígado normal se sitúa por debajo de las costillas 7.ª a 11.ª del lado derecho y atraviesa la línea media hacia el pezón izquierdo. Por ello, el hígado ocupa la mayor parte del hipocondrio derecho y el epigastrio superior, y se extiende hasta el hipocondrio izquierdo. El hígado se mueve con los desplazamientos del diafragma, y en posición erecta se localiza más inferiormente, debido a la gravedad. Esta movilidad facilita su palpación (v. el cuadro azul «Palpación del hígado», p. 283).

El hígado tiene una *cara diafragmática* convexa (anterior, superior y algo posterior) y una *cara visceral* (posteroinferior) relativamente plana, o incluso cóncava, que están separadas anteriormente


Diafragma
Pulmón
Hoja anterior del ligamento coronario
Área desnuda del hígado
Hígado
Hoja posterior del ligamento coronario
Riñón derecho
Músculos posteriores del abdomen
Receso subfrénico
Borde inferior
Espacio subhepático
Receso hepatorrenal
Caras del hígado:
Diafragmática
Visceral
Área desnuda del hígado
Músculos posteriores del abdomen
Costilla
Pulmón
Hígado
Diafragma
Receso subfrénico
Borde inferior del hígado
Espacio subhepático
Receso hepatorrenal
Riñón derecho

(A) Vista lateral derecha - corte sagital esquemático

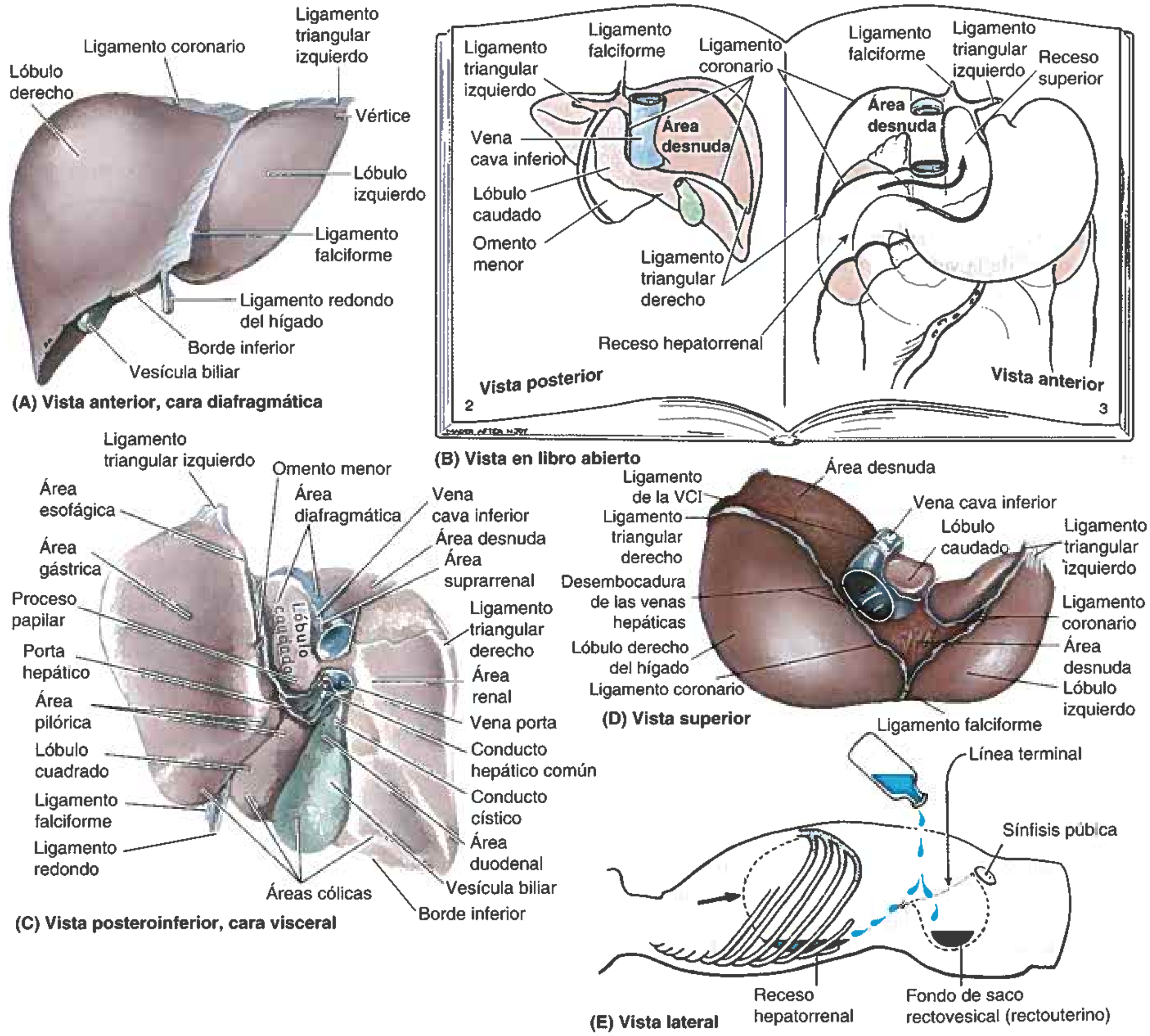
(B) Corte sagital, línea medioclavicular, visto desde la derecha

FIGURA 2-63. Caras del hígado y espacios virtuales asociados. A. Corte sagital esquemático a través del diafragma, el hígado y el riñón derecho, que muestra las dos caras del hígado y los recesos peritoneales relacionados. **B.** Corte sagital por resonancia magnética que muestra las relaciones indicadas en **A** en un sujeto vivo.

por el agudo *borde inferior* que sigue el reborde costal derecho, inferior al diafragma (fig. 2-63A).

La **cara diafragmática del hígado** es lisa y con forma de cúpula en la parte donde se relaciona con la concavidad de la cara inferior del diafragma, que lo separa de la pleura, los pulmones, el pericardio y el corazón (fig. 2-63A y B). Los **recesos** (espacios) **subfrénicos,** extensiones superiores de la cavidad peritoneal (saco mayor), se localizan entre las caras anterior y superior de la superficie diafragmática del hígado y el diafragma. Los recesos subfrénicos están separados por el *ligamento falciforme,* que se extiende entre el hígado y la pared anterior del abdomen, y da lugar a los recesos derecho e izquierdo. La porción del compartimiento supracólico de la cavidad peritoneal inmediatamente inferior al hígado es el **espacio subhepático.**

El **receso hepatorrenal** (bolsa de Morrison) es la extensión posterosuperior del espacio subhepático situado entre la parte derecha de la cara visceral del hígado, y el riñón y la glándula suprarrenal derechos. El receso hepatorrenal es una parte de la cavidad peritoneal dependiente de la gravedad cuando la persona está en decúbito supino; el líquido que drena de la bolsa omental fluye hacia


Ligamento coronario
Lóbulo derecho
Ligamento triangular izquierdo
Vértice
Lóbulo izquierdo
Ligamento falciforme
Ligamento redondo del hígado
Borde inferior
Vesícula biliar
Ligamento triangular izquierdo
Ligamento falciforme
Ligamento coronario
Vena cava inferior
Área desnuda
Lóbulo caudado
Omento menor
Ligamento triangular derecho
Receso hepatorrenal
Vista posterior
2
Ligamento falciforme
Ligamento triangular izquierdo
Receso superior
Área desnuda
Vista anterior
3
Ligamento triangular izquierdo
Área esofágica
Área gástrica
Proceso papilar
Porta hepático
Área pilórica
Lóbulo cuadrado
Ligamento falciforme
Ligamento redondo
Áreas cólicas
Omento menor
Área diafragmática
Lóbulo caudado
Vena cava inferior
Área desnuda
Área suprarrenal
Ligamento triangular derecho
Área renal
Vena porta
Conducto hepático común
Conducto cístico
Área duodenal
Vesícula biliar
Borde inferior
Área desnuda
Ligamento de la VCI
Ligamento triangular derecho
Desembocadura de las venas hepáticas
Lóbulo derecho del hígado
Ligamento coronario
Vena cava inferior
Lóbulo caudado
Ligamento triangular izquierdo
Ligamento coronario
Área desnuda
Lóbulo izquierdo
Ligamento falciforme
Línea terminal
Sínfisis púbica
Receso hepatorrenal
Fondo de saco rectovesical (rectouterino)

(A) Vista anterior, cara diafragmática

(B) Vista en libro abierto

(C) Vista posteroinferior, cara visceral

(D) Vista superior

(E) Vista lateral

FIGURA 2-64. Relaciones peritoneales y viscerales del hígado. A. La cara diafragmática convexa del hígado se amolda a la cara inferior del diafragma. La superficie del hígado está dividida en un lóbulo derecho y un lóbulo izquierdo por los ligamentos falciforme y coronario (v. también **D**). **B.** Esquema de los repliegues peritoneales (ligamentos) y cavidades relacionadas con el hígado. Se han seccionado las inserciones del hígado y se ha sacado de su sitio, colocándolo a la derecha y girándolo posteriormente, como cuando se pasa la página de un libro. **C.** En su posición anatómica, la cara visceral del hígado está dirigida hacia abajo, hacia atrás y hacia la izquierda. En las piezas embalsamadas se observan las impresiones dejadas en dicha cara por las estructuras adyacentes con las cuales contacta. **D.** Las dos capas de peritoneo que forman el ligamento falciforme se separan sobre la cara superior del hígado para formar la hoja anterior del ligamento coronario, dejando el área desnuda del hígado sin recubrimiento peritoneal. VCI, vena cava inferior. **E.** De los dos recesos gravitatorios que se forman en la cavidad abdominopélvica en decúbito supino, el superior es el receso hepatorrenal, que recibe el drenaje de la bolsa omental y de las porciones abdominales altas (supracólicas) del saco mayor.

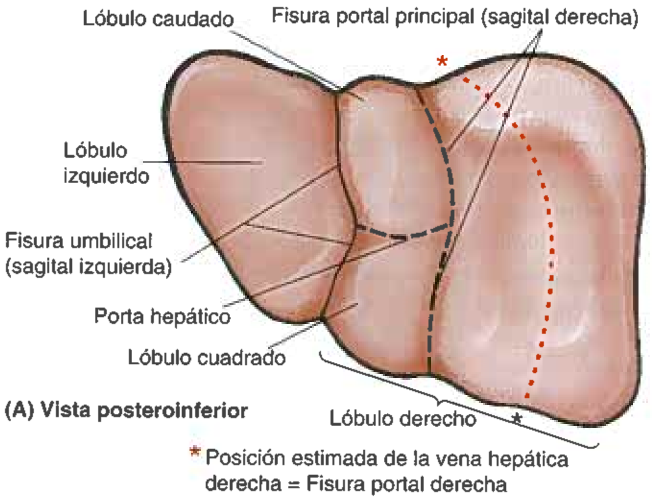
este receso (fig. 2-64B y E). El receso hepatorrenal se comunica anteriormente con el receso subfrénico derecho. Hay que tener presente que normalmente todos los recesos de la cavidad peritoneal son sólo espacios potenciales, que únicamente contienen el líquido peritoneal suficiente para lubricar las membranas peritoneales adyacentes.

La cara diafragmática del hígado está cubierta por peritoneo visceral, excepto posteriormente, en el **área desnuda del hígado** (fig. 2-64B a D), donde se encuentra en contacto directo con el diafragma. El área desnuda está delimitada por la reflexión del peritoneo desde el diafragma hasta ella como las hojas anterior (superior) y posterior (inferior) del **ligamento coronario** (fig. 2-63A). Estas hojas se encuentran en el lado derecho para formar el **ligamento triangular derecho** y divergen hacia la izquierda para englobar el área desnuda triangular (fig. 2-64A a D). La hoja anterior del ligamento coronario se continúa a la izquierda con la hoja derecha del ligamento falciforme, y la hoja posterior se continúa con la hoja derecha del omento menor. Cerca del **vértice** (el extremo izquierdo) de la cuña que forma el hígado, las hojas anterior y posterior de la parte izquierda del ligamento coronario se encuentran para formar el **ligamento triangular izquierdo.** La VCI cruza el profundo **surco de la vena cava** situado en el área desnuda del hígado (fig. 2-64B a D).

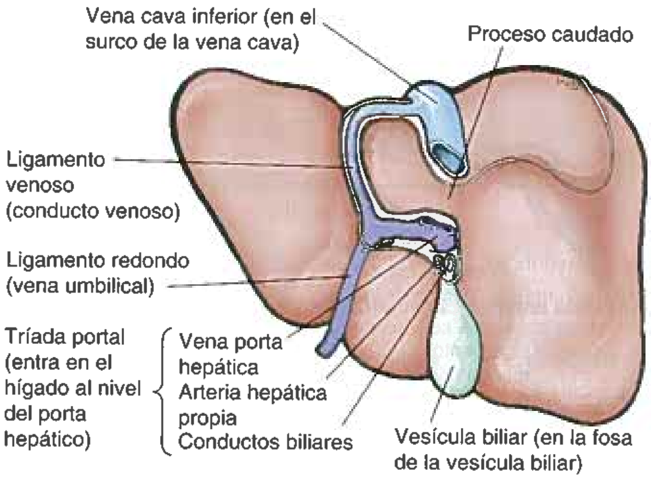
La **cara visceral del hígado** se halla cubierta por peritoneo (fig. 2-64C), a excepción de la **fosa de la vesícula biliar** (fig. 2-65B) y el **porta hepático,** una fisura transversa que deja paso a los vasos (la vena porta hepática, la arteria hepática propia y los vasos linfáticos), el plexo nervioso hepático y los conductos hepáticos que entran y salen del hígado. A diferencia de la cara diafragmática, lisa, la cara visceral presenta numerosas fisuras e impresiones por el contacto con otros órganos.

Dos fisuras orientadas sagitalmente, unidas centralmente por el *porta hepático* transverso, forman la letra H sobre la cara visceral (fig. 2-65A). La **fisura portal principal (sagital derecha)** es el surco continuo formado anteriormente por la fosa de la vesícula biliar, y posteriormente por el surco de la vena cava inferior. La **fisura umbilical (sagital izquierda)** es el surco continuo formado anteriormente por la **fisura del ligamento redondo** y posteriormente por la **fisura del ligamento venoso.** El **ligamento redondo del hígado** es el vestigio fibroso de la *vena umbilical,* que transportaba sangre oxigenada y rica en nutrientes desde la placenta hasta el feto. El ligamento redondo y las pequeñas *venas paraumbilicales* discurren por el borde libre del ligamento falciforme. El **ligamento venoso** es el vestigio fibroso del *conducto venoso* fetal, que desviaba la sangre desde la vena umbilical hacia la VCI, «cortocircuitando» el hígado (fig. 2-65B).

El *omento menor,* que rodea la **tríada portal** (vena porta hepática, arteria hepática propia y conducto colédoco), pasa desde el hígado hacia la curvatura menor del estómago y los 2 cm iniciales de la porción superior del duodeno (fig. 2-66A). El borde libre engrosado del omento menor que se extiende entre el porta hepático y el duodeno es el *ligamento hepatoduodenal;* encierra las estructuras que pasan a través del porta hepático. El resto laminar del omento menor, el *ligamento hepatogástrico,* se extiende entre el surco del ligamento venoso y la curvatura menor del estómago.


Lóbulo caudado
Fisura portal principal (sagital derecha)
*
Lóbulo izquierdo
Fisura umbilical (sagital izquierda)
Porta hepático
Lóbulo cuadrado
Lóbulo derecho
*
* Posición estimada de la vena hepática derecha = Fisura portal derecha

(A) Vista posteroinferior


Vena cava inferior (en el surco de la vena cava)
Proceso caudado
Ligamento venoso (conducto venoso)
Ligamento redondo (vena umbilical)
Tríada portal (entra en el hígado al nivel del porta hepático)
Vena porta hepática
Arteria hepática propia
Conductos biliares
Vesícula biliar (en la fosa de la vesícula biliar)

(B) Vista posteroinferior

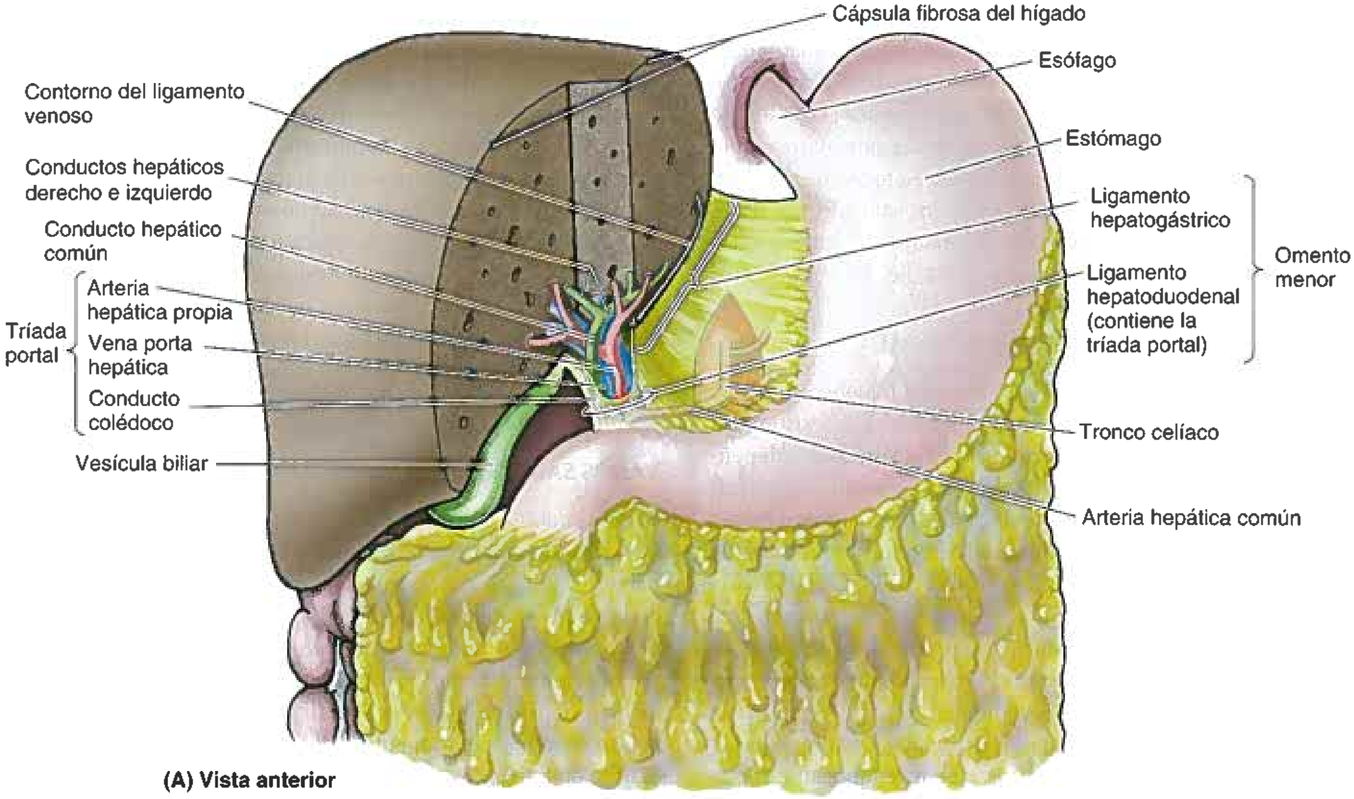
FIGURA 2-65. **Cara visceral del hígado. A.** Los cuatro lóbulos anatómicos del hígado vienen definidos por estructuras externas (reflexiones peritoneales y fisuras). **B.** Estructuras que forman y ocupan las fisuras de la cara visceral del hígado.

Además de las fisuras, las impresiones (áreas) de la cara visceral (fig. 2-64C) reflejan las relaciones del hígado con:

- El lado derecho de la cara anterior del estómago, *áreas gástrica y pilórica.*
- La porción superior del duodeno, *área duodenal.*
- El omento menor (se extiende dentro de la fisura del ligamento venoso).
- La vesícula biliar, fosa de la vesícula biliar.
- La flexura cólica derecha y el colon transverso derecho, *área cólica.*
- El riñón y la glándula suprarrenal derechos, *áreas renal y suprarrenal.*

LÓBULOS ANATÓMICOS DEL HÍGADO

Externamente, el hígado se divide en dos lóbulos anatómicos y dos lóbulos accesorios por las reflexiones que forma el peritoneo en


Cápsula fibrosa del hígado
Esófago
Contorno del ligamento venoso
Estómago
Conductos hepáticos derecho e izquierdo
Ligamento hepatogástrico
Conducto hepático común
Omento menor
Ligamento hepatoduodenal (contiene la tríada portal)
Arteria hepática propia
Tríada portal
Vena porta hepática
Conducto colédoco
Tronco celíaco
Vesícula biliar
Arteria hepática común
(A) Vista anterior

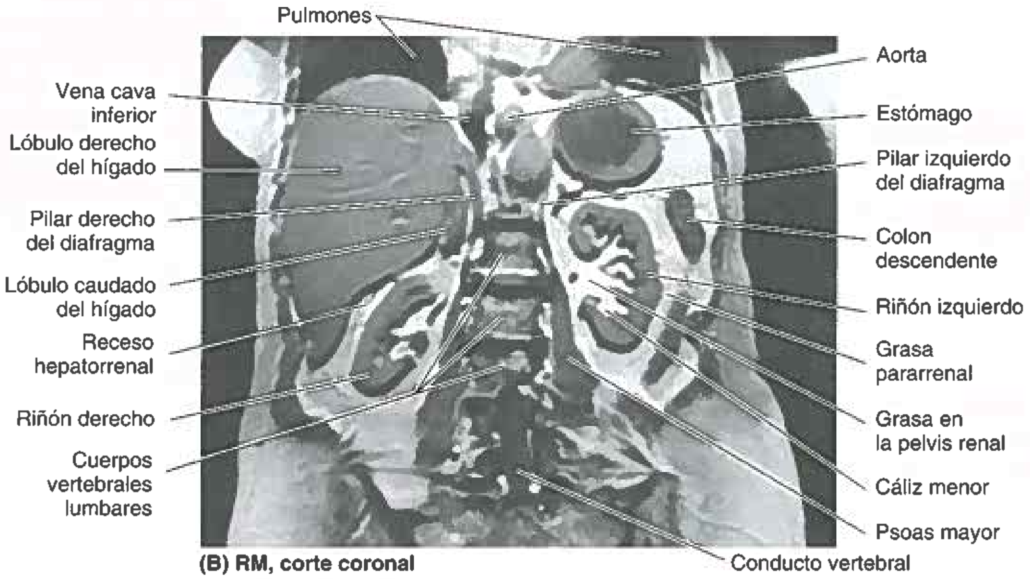

Pulmones
Aorta
Vena cava inferior
Estómago
Lóbulo derecho del hígado
Pilar izquierdo del diafragma
Pilar derecho del diafragma
Colon descendente
Lóbulo caudado del hígado
Riñón izquierdo
Receso hepatorrenal
Grasa pararrenal
Riñón derecho
Grasa en la pelvis renal
Cuerpos vertebrales lumbares
Cáliz menor
Psoas mayor
(B) RM, corte coronal
Conducto vertebral

FIGURA 2-66. Relaciones del hígado con otras vísceras abdominales, el omento menor y la tríada portal. A. El corte sagital anterior se ha realizado en el plano de la fosa de la vesícula biliar y el corte sagital posterior en el plano de la fisura del ligamento venoso. Ambos cortes se han unido mediante un estrecho corte coronal en el plano del porta hepático. Puede apreciarse la relación del hígado con las vísceras abdominales anteriores (intraperitoneales). La tríada portal pasa entre las hojas del ligamento hepatoduodenal para entrar en el hígado en el porta hepático. La arteria hepática común pasa entre las hojas del ligamento hepatogástrico. **B.** Corte coronal por resonancia magnética (RM) del tórax inferior y el abdomen, donde se observan las relaciones del hígado con las vísceras abdominales posteriores (retroperitoneales). (**B** por cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

su superficie, por las fisuras que se forman en relación a dichas reflexiones, y por los vasos que irrigan el hígado y la vesícula biliar. Estos «lóbulos» superficiales en realidad no son lóbulos en el sentido en que este término se utiliza habitualmente al referirse a glándulas, y sólo se relacionan de forma secundaria con la arquitectura interna del hígado. El plano definido por la inserción del ligamento falciforme y la fisura sagital izquierda (umbilical), situado prácticamente en la línea media, separa el gran **lóbulo derecho** del **lóbulo izquierdo**, mucho más pequeño (v. figuras 2-64A, C y D, y 2-65). En la cara visceral inclinada, las fisuras portal principal y umbilical discurren a cada lado de dos lóbulos accesorios (que forman parte del lóbulo derecho anatómico) separados por el porta hepático: el **lóbulo cuadrado** (anterior e inferior) y el **lóbulo caudado** (posterior y superior). El lóbulo caudado no se llama así porque su posición sea caudal (que no lo es), sino porque a menudo emite una «cola» en forma de **proceso papilar** alargado (v. fig. 2-64C). Los lóbulos caudado y derecho están conectados por un **proceso caudado** que se extiende hacia la derecha, entre la VCI y el porta hepático (fig. 2-65B).

SUBDIVISIONES FUNCIONALES DEL HÍGADO

Aunque internamente, donde el parénquima hepático se muestra continuo, no están delimitados de manera clara, existen dos hígados (porciones o lóbulos portales) funcionalmente independientes, el **derecho** y el **izquierdo.** Las porciones hepáticas derecha e izquierda están más equilibradas en cuanto a su masa que los lóbulos anatómicos, aunque la porción derecha sigue siendo algo mayor (figs. 2-67 y 2-68; tabla 2-11). Cada porción hepática tiene sus propias *ramas primarias* de la arteria hepática propia y de la vena porta hepática, y su propio drenaje biliar. El *lóbulo caudado* podría considerarse, de hecho, una tercera porción; su vascularización es independiente de la bifurcación de la tríada portal (recibe vasos de ambos paquetes) y es drenado por una o dos pequeñas venas hepáticas, que desembocan directamente en la VCI, distalmente a las venas hepáticas principales. El hígado puede subdividirse adicionalmente en cuatro *divisiones,* y éstas en *ocho segmentos hepáticos* resecables quirúrgicamente, cada uno de ellos irrigado independientemente por una *rama secundaria* o *terciaria,* respectivamente, de la tríada portal (fig. 2-67).

Segmentos hepáticos (quirúrgicos) del hígado. Exceptuando el lóbulo caudado (*segmento I*), el hígado se divide en porciones (lóbulos portales) derecha e izquierda según la *división primaria (1.ª) de la tríada portal* en ramas derecha e izquierda; la **fisura portal principal,** en la cual se sitúa la vena hepática media, es el plano que delimita las porciones derecha e izquierda (fig. 2-67A a C). En la cara visceral, este plano está delimitado por la *fisura portal principal (sagital derecha)*. En la cara diafragmática, el plano está delimitado por la extrapolación de una línea imaginaria —la *línea de Cantlie* (Cantlie, 1898)— que discurre desde la escotadura para el fondo de la vesícula biliar hacia la VCI (figs. 2-67B y 2-68A y C). Las porciones derecha e izquierda se subdividen verticalmente en *divisiones mediales y laterales* por las *fisuras portal derecha y umbilical,* donde se sitúan las venas hepáticas derecha e izquierda (figs. 2-67A, D y E, y 2-68). La fisura portal derecha no tiene una demarcación externa (v. fig. 2-65A). Cada una de las cuatro divisiones recibe una rama secundaria (2.ª) de la tríada portal (fig. 2-67A). (*Nota:* la división medial del hígado —*división medial izquierda*— forma parte del lóbulo anatómico derecho; la *división lateral izquierda* es lo mismo que el lóbulo anatómico izquierdo.) El *plano hepático transverso,* a nivel de las porciones horizontales de las ramas derecha e izquierda de la tríada portal, divide tres de las cuatro divisiones (todas menos la división medial izquierda), creando así seis *segmentos hepáticos,* cada uno de los cuales recibe ramas terciarias de la tríada. La división medial izquierda también se considera un segmento hepático, por lo que la parte principal del hígado tiene siete segmentos (**segmentos II a VIII,** numerados en sentido horario), que también poseen nombres descriptivos (figs. 2-67A, D y E, y 2-68). El lóbulo caudado (**segmento I,** lo que hace un total de ocho segmentos) recibe ramas de ambas divisiones y es drenado por sus propias venas hepáticas menores.

Aunque el patrón de segmentación que hemos descrito es el más común, los segmentos varían considerablemente en su forma y tamaño, debido a las variaciones individuales en la ramificación de los vasos hepáticos y portales. La significación clínica de los segmentos hepáticos se explica en el cuadro azul «Lobectomías y segmentectomías hepáticas», en la página 283.

VASOS SANGUÍNEOS DEL HÍGADO

El hígado, al igual que los pulmones, recibe sangre (vasos aferentes) de dos fuentes: una fuente venosa, dominante, y otra menor, arterial (v. fig. 2-67A). Por la *vena porta hepática* circula el 75 % a 80 % de la sangre que llega al hígado. La sangre portal contiene cerca de un 40 % más de oxígeno que la sangre que regresa al corazón por el circuito sistémico, y es la que riega el parénquima hepático (células hepáticas o *hepatocitos*) (fig. 2-69). La vena porta hepática transporta prácticamente todos los nutrientes absorbidos en el tubo digestivo a los sinusoides del hígado. La excepción son los lípidos, que son absorbidos por el sistema linfático y no pasan por el hígado. La sangre arterial de la *arteria hepática propia,* que supone únicamente el 20 % a 25 % de la sangre que recibe el hígado, se distribuye inicialmente por las estructuras extraparenquimatosas, en particular por los conductos biliares intrahepáticos.

La *vena porta hepática,* corta y ancha, se forma por las venas mesentérica superior y esplénica posteriormente al cuello del páncreas. Asciende anterior a la VCI en el ligamento hepatoduodenal formando parte de la tríada portal (v. fig. 2-66A). La **arteria hepática común,** una rama del tronco celíaco, se extiende desde el tronco celíaco hasta el origen de la arteria gastroduodenal, y la **arteria hepática propia,** desde el origen de la arteria gastroduodenal hasta la bifurcación de la arteria hepática (v. fig. 2-60A y C). En el porta hepático, o cerca, la arteria hepática propia y la vena porta hepática terminan dividiéndose en ramas derecha e izquierda; estas ramas primarias irrigan las porciones hepáticas derecha e izquierda, respectivamente. Dentro de cada porción, las ramificaciones secundarias simultáneas de la vena porta hepática y de la arteria hepática propia irrigan las divisiones mediales y laterales de las porciones derecha e izquierda del hígado; tres de las cuatro ramas secundarias sufren una nueva ramificación (terciaria), para irrigar de manera independiente siete de los ocho segmentos hepáticos (v. fig. 2-67).

Entre los segmentos se encuentran las **venas hepáticas derecha, intermedia (media)** e **izquierda,** cuya función y distribución son intersegmentarias, y que drenan partes de los segmentos adyacentes. Las venas hepáticas, formadas por la unión de *venas colectoras* que a su vez drenan en las *venas centrales* del parénquima hepático (fig. 2-69), abocan en la VCI justo inferior al diafragma. La unión de estas venas a la VCI ayuda a mantener el hígado en su posición.

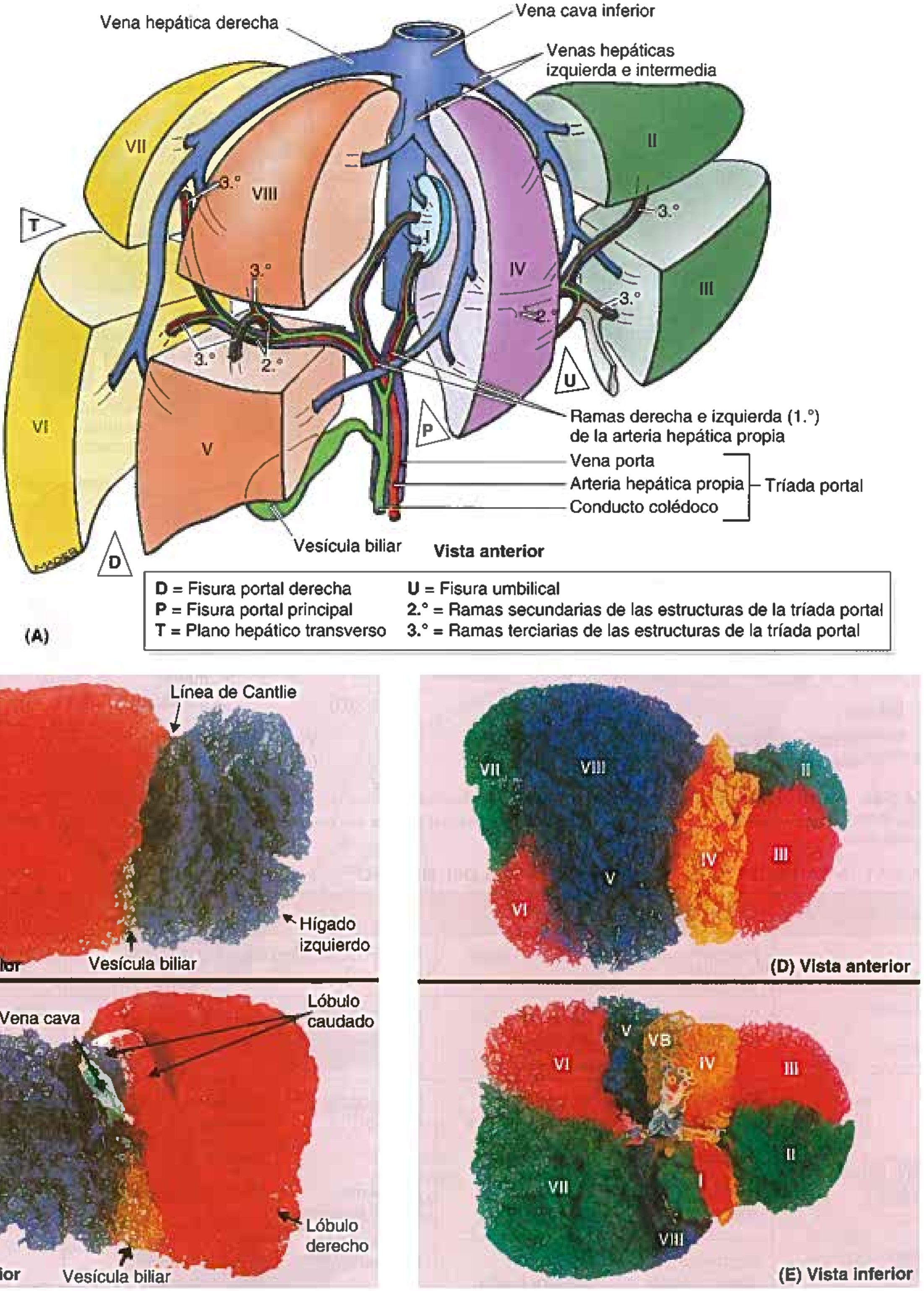

Vena hepática derecha
Vena cava inferior
Venas hepáticas izquierda e intermedia
VII
VIII
II
T
3.°
3.°
IV
III
3.°
3.°
2.°
3.°
2.°
U
VI
V
P
Ramas derecha e izquierda (1.°) de la arteria hepática propia
Vena porta
Arteria hepática propia
Conducto colédoco
Tríada portal
Vesícula biliar
Vista anterior
D
D = Fisura portal derecha
P = Fisura portal principal
T = Plano hepático transverso
U = Fisura umbilical
2.° = Ramas secundarias de las estructuras de la tríada portal
3.° = Ramas terciarias de las estructuras de la tríada portal
(A)
Línea de Cantlie
Hígado derecho
Hígado izquierdo
Vesícula biliar
(B) Vista anterior
VII
VIII
II
IV
III
V
VI
(D) Vista anterior
Vena cava
Lóbulo caudado
Lóbulo izquierdo
Lóbulo derecho
Vesícula biliar
(C) Vista anterior
V
VB
IV
VI
III
II
I
VII
VIII
(E) Vista inferior

FIGURA 2-67. Segmentación hepática. A. Las venas hepáticas derecha, intermedia e izquierda discurren dentro de tres planos o fisuras (portal derecha [D], portal principal [P] y umbilical [U]) que dividen el hígado en cuatro divisiones verticales, cada una de las cuales recibe una rama secundaria (2.°) de la tríada portal. El plano portal transverso (T) subdivide de nuevo tres de las divisiones en segmentos hepáticos, cada uno de los cuales recibe ramas terciarias (3.°) de la tríada. La división medial izquierda y el lóbulo caudado también se consideran segmentos hepáticos, lo que hace un total de ochos segmentos hepáticos resecables quirúrgicamente (segmentos I a VIII, cada uno de los cuales también recibe un nombre, como se muestra en la fig. 2-67 y la tabla 2-11). Cada segmento posee una vascularización y un drenaje biliar intrasegmentarios propios. Las venas hepáticas son intersegmentarias, ya que drenan porciones de los diversos segmentos adyacentes a ellas. **B y C.** La inyección de látex en las ramas derecha *(rojo)* e izquierda *(azul)* de la vena porta hepática evidencia los hígados derecho e izquierdo, así como la línea de Cantlie, que los delimita sobre la superficie del diafragma. **D y E.** La inyección de látex de distintos colores en las ramas secundarias (segmentos IV, V y VIII) y terciarias de la vena porta permite visualizar las divisiones del hígado y los segmentos hepáticos I a VIII. VB, vesícula biliar.

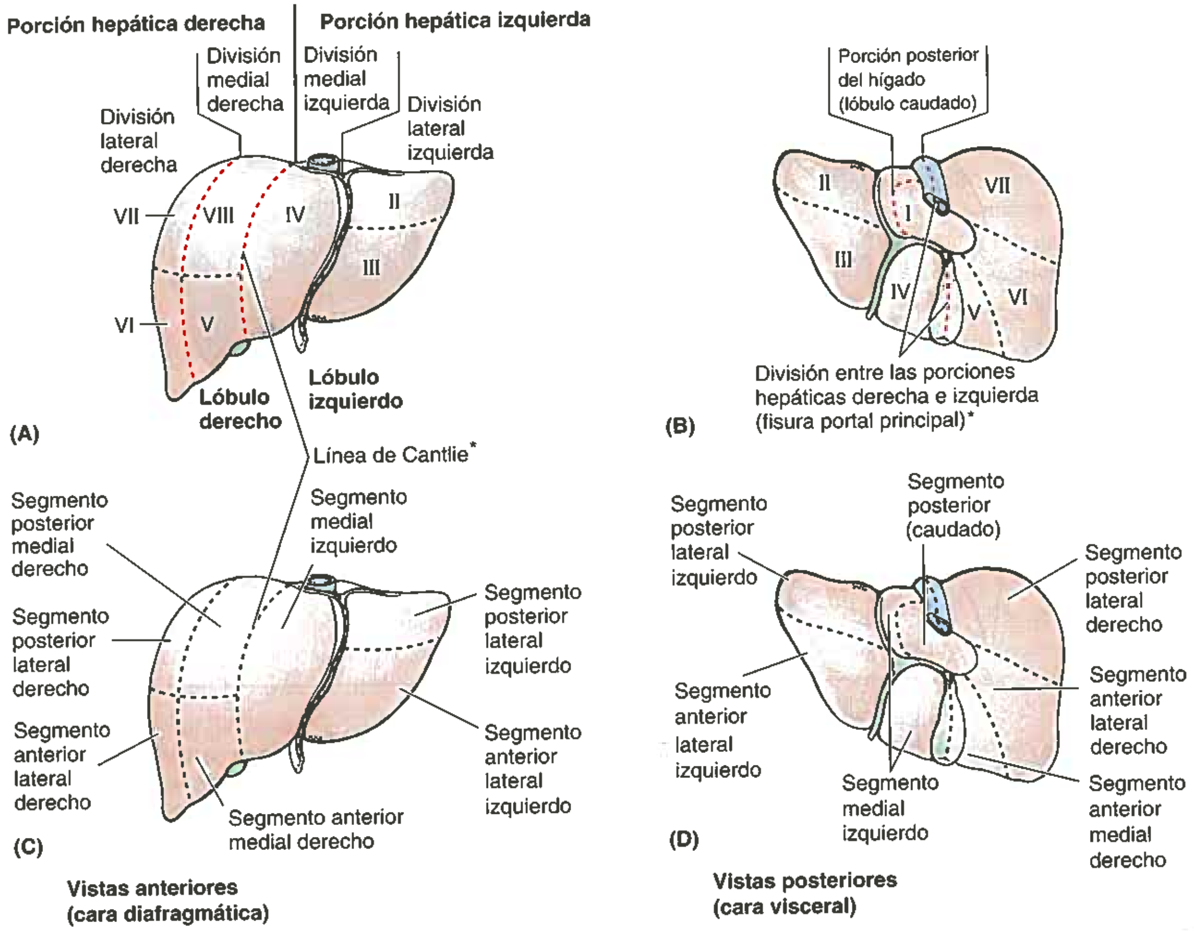

Porción hepática derecha
Porción hepática izquierda
División medial derecha
División medial izquierda
División lateral derecha
División lateral izquierda
VII
VIII
IV
II
III
VI
V
Lóbulo derecho
Lóbulo izquierdo
(A)
Línea de Cantlie*
Porción posterior del hígado (lóbulo caudado)
II
I
VII
III
IV
V
VI
División entre las porciones hepáticas derecha e izquierda (fisura portal principal)*
(B)
Segmento posterior medial derecho
Segmento posterior lateral derecho
Segmento anterior lateral derecho
Segmento medial izquierdo
Segmento posterior lateral izquierdo
Segmento anterior lateral izquierdo
Segmento anterior medial derecho
(C)
Vistas anteriores (cara diafragmática)
Segmento posterior lateral izquierdo
Segmento posterior (caudado)
Segmento posterior lateral derecho
Segmento anterior lateral izquierdo
Segmento anterior lateral derecho
Segmento medial izquierdo
Segmento anterior medial derecho
(D)
Vistas posteriores (cara visceral)

FIGURA 2-68. Porciones, divisiones y segmentos del hígado. Cada porción, división y segmento se identifica con un nombre; los segmentos también se identifican mediante números romanos. *La línea de Cantlie y la fisura sagital derecha son marcadores de superficie que definen la fisura portal principal.

TABLA 2-11. NOMENCLATURA DE LOS SEGMENTOS DEL HÍGADO

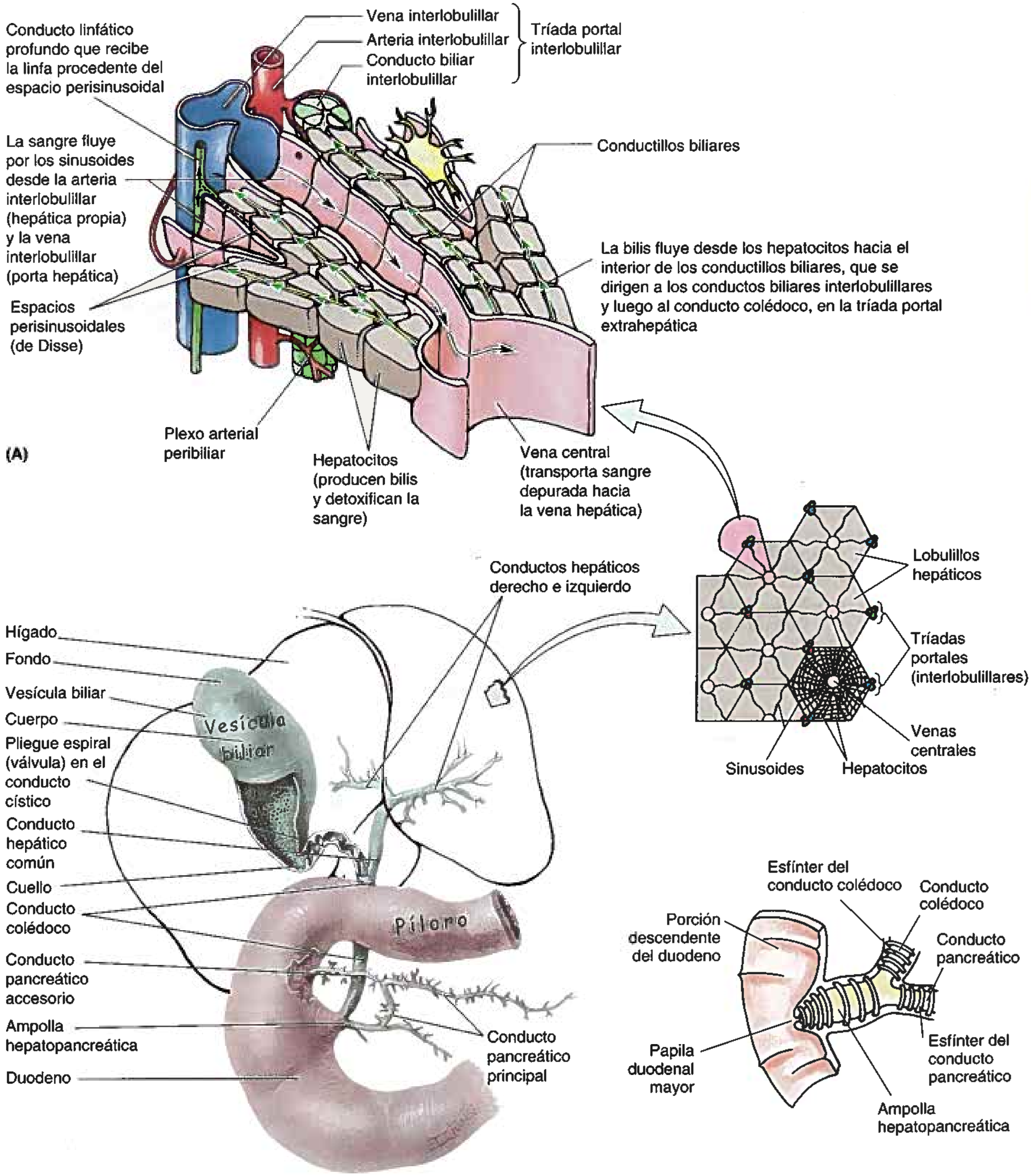
Término anatómico	Lóbulo derecho			Lóbulo izquierdo	Lóbulo caudado	
	Porción hepática derecha [Lóbulo portal derecho*]		Porción hepática izquierda [Lóbulo portal izquierdo†]		Porción posterior del hígado	
	División lateral derecha	División medial derecha	División medial izquierda	División lateral izquierda	[Lóbulo caudado derecho*]	[Lóbulo caudado izquierdo†]
Término funcional/ quirúrgico**	Segmento posterior lateral **Segmento VII** [Área posterior superior]	Segmento posterior medial **Segmento VIII** [Área anterior superior]	[Área medial superior] Segmento medial izquierdo **Segmento IV** [Área medial inferior = lóbulo cuadrado]	Segmento posterior lateral izquierdo **Segmento II** [Área lateral superior]	Segmento posterior **Segmento I**	
	Segmento anterior lateral derecho **Segmento VI** [Área posterior inferior]	Segmento anterior medial **Segmento V** [Área anterior inferior]		Segmento anterior lateral izquierdo **Segmento III** [Área lateral inferior]		

**Las leyendas que aparecen en la tabla y las figuras anteriores corresponden a la nueva *Terminologia Anatomica: International Anatomical Terminology (1998)*. La terminología anterior se muestra entre corchetes.

De acuerdo con la terminología previa, el lóbulo caudado se dividía en las mitades izquierda y derecha, y

*La mitad derecha del lóbulo caudado se consideraba una subdivisión del lóbulo portal derecho.

†La mitad izquierda del lóbulo caudado se consideraba una subdivisión del lóbulo portal izquierdo.


Conducto linfático profundo que recibe la linfa procedente del espacio perisinusoidal
Vena interlobulillar
Arteria interlobulillar
Conducto biliar interlobulillar
Tríada portal interlobulillar
La sangre fluye por los sinusoides desde la arteria interlobulillar (hepática propia) y la vena interlobulillar (porta hepática)
Conductillos biliares
La bilis fluye desde los hepatocitos hacia el interior de los conductillos biliares, que se dirigen a los conductos biliares interlobulillares y luego al conducto colédoco, en la tríada portal extrahepática
Espacios perisinusoidales (de Disse)
(A)
Plexo arterial peribiliar
Hepatocitos (producen bilis y detoxifican la sangre)
Vena central (transporta sangre depurada hacia la vena hepática)
Lobulillos hepáticos
Tríadas portales (interlobulillares)
Venas centrales
Sinusoides
Hepatocitos
Conductos hepáticos derecho e izquierdo
Hígado
Fondo
Vesícula biliar
Cuerpo
Vesícula biliar
Pliegue espiral (válvula) en el conducto cístico
Conducto hepático común
Cuello
Conducto colédoco
Píloro
Conducto pancreático accesorio
Ampolla hepatopancreática
Conducto pancreático principal
Duodeno
Esfínter del conducto colédoco
Conducto colédoco
Porción descendente del duodeno
Conducto pancreático
Papila duodenal mayor
Esfínter del conducto pancreático
Ampolla hepatopancreática

(B) Vista anterior del duodeno; vista inferior de la vesícula biliar y el hígado

(C) Vista anterior

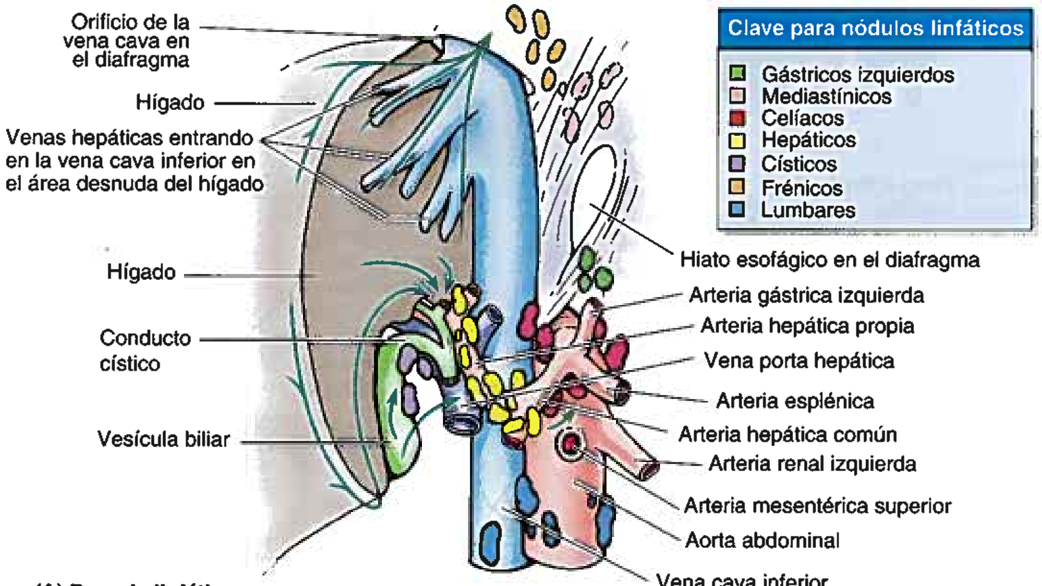
FIGURA 2-69. Flujos de sangre y bilis en el hígado. A. Esta pequeña parte de un lobulillo hepático muestra los componentes de la tríada portal interlobulillar y la posición de los sinusoides y los conductillos biliares. La imagen ampliada de la superficie de un bloque de parénquima extraído del hígado en **B** muestra el patrón hexagonal de los lobulillos y la situación de **A** dentro de dicho patrón. **B.** Conductos biliares extrahepáticos, vesícula biliar y conductos pancreáticos. **C.** El conducto colédoco y el conducto pancreático entran en la ampolla hepatopancreática, que se abre en la porción descendente del duodeno.

DRENAJE LINFÁTICO E INERVACIÓN DEL HÍGADO

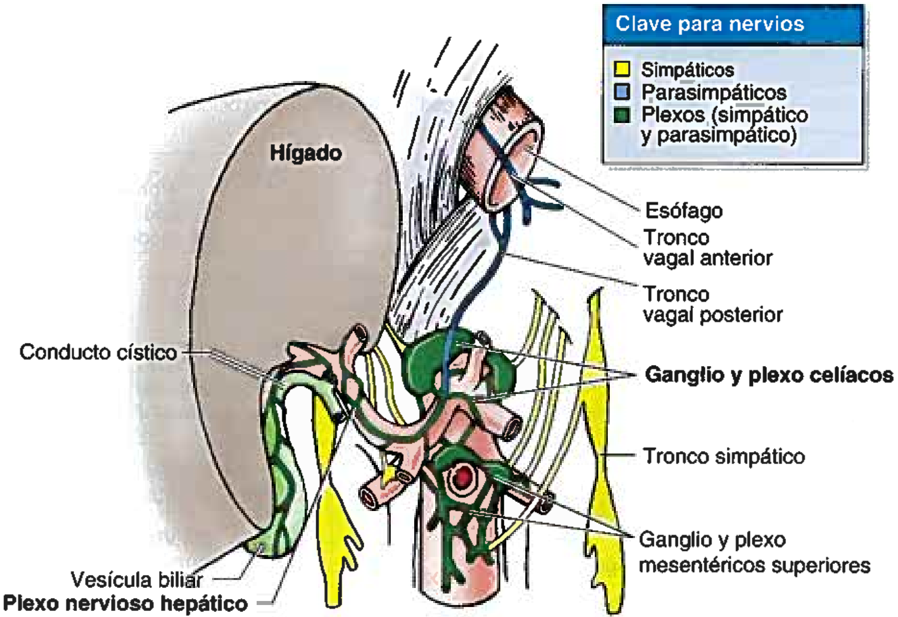
El hígado es un importante órgano productor de linfa; entre la cuarta parte y la mitad de la linfa que recibe el conducto torácico procede del hígado.

Los vasos linfáticos del hígado aparecen como *vasos linfáticos superficiales* en la **cápsula fibrosa del hígado** subperitoneal (cápsula de Glisson), que forma su superficie externa (v. fig. 2-66A), y como *vasos linfáticos profundos* en el tejido conectivo, que acompañan las ramificaciones de la tríada portal y de las venas hepáticas (fig. 2-69A). La mayor parte de la linfa se forma en los **espacios perisinusoidales** (de Disse) y drena en los linfáticos profundos de las **tríadas portales intralobulillares** vecinas.

Los vasos linfáticos superficiales de las superficies anteriores de las caras diafragmática y visceral del hígado, y los vasos linfáticos profundos que acompañan a las tríadas portales, convergen hacia el porta hepático. Los linfáticos superficiales drenan en los **nódulos linfáticos hepáticos** distribuidos a lo largo de los vasos y conductos hepáticos en el omento menor (fig. 2-70A). Los vasos linfáticos eferentes procedentes de estos nódulos linfáticos drenan en los *nódulos linfáticos celíacos,* que a su vez drenan en la *cisterna del*


Orificio de la vena cava en el diafragma
Hígado
Venas hepáticas entrando en la vena cava inferior en el área desnuda del hígado
Hígado
Conducto cístico
Vesícula biliar
Clave para nódulos linfáticos
🟩 Gástricos izquierdos
🟪 Mediastínicos
🟥 Celíacos
🟨 Hepáticos
🟪 Císticos
🟧 Frénicos
🟦 Lumbares
Hiato esofágico en el diafragma
Arteria gástrica izquierda
Arteria hepática propia
Vena porta hepática
Arteria esplénica
Arteria hepática común
Arteria renal izquierda
Arteria mesentérica superior
Aorta abdominal
Vena cava inferior

(A) Drenaje linfático


Clave para nervios
🟨 Simpáticos
🟦 Parasimpáticos
🟩 Plexos (simpático y parasimpático)
Hígado
Esófago
Tronco vagal anterior
Tronco vagal posterior
Ganglio y plexo celíacos
Tronco simpático
Ganglio y plexo mesentéricos superiores
Conducto cístico
Vesícula biliar
Plexo nervioso hepático

(B) Inervación

FIGURA 2-70. Drenaje linfático e inervación del hígado. A. El hígado es uno de los principales órganos productores de linfa. La linfa del hígado fluye en dos direcciones: la de la parte superior del hígado circula hacia nódulos linfáticos situados superiormente en el tórax; la del hígado inferior lo hace hacia nódulos situados inferiormente en el abdomen. **B.** El plexo hepático, el derivado de mayor tamaño del plexo celíaco, acompaña a las ramas de la arteria hepática propia hasta el hígado, y contiene fibras simpáticas y parasimpáticas.

quilo, un saco dilatado en el extremo inferior del conducto torácico (v. fig. 2-100).

Los vasos linfáticos superficiales procedentes de las superficies posteriores de las caras diafragmática y visceral del hígado drenan hacia el área desnuda del hígado. Allí drenan en los **nódulos linfáticos frénicos** o se unen a los vasos linfáticos profundos que han acompañado a las venas hepáticas que convergen en la VCI, y luego pasan con esta gran vena a través del diafragma para drenar en los **nódulos linfáticos mediastínicos posteriores.** Los vasos eferentes de estos nódulos se unen a los conductos linfático derecho y torácico. Unos cuantos vasos linfáticos siguen caminos distintos:

- Desde la cara posterior del lóbulo izquierdo hacia el hiato esofágico del diafragma, para terminar en los *nódulos gástricos izquierdos*.
- Desde la cara diafragmática central anterior a lo largo del ligamento falciforme, hacia los *nódulos linfáticos paraesternales*.
- A lo largo del ligamento redondo del hígado hacia el ombligo y los vasos linfáticos de la pared anterior del abdomen.

Los *nervios del hígado* proceden del **plexo nervioso hepático** (fig. 2-70B), el mayor de los derivados del plexo celíaco. El plexo hepático acompaña a las ramas de la arteria hepática propia y de la vena porta hepática hasta el hígado. Está constituido por fibras simpáticas procedentes del plexo celíaco y por fibras parasimpáticas de los troncos vagales anterior y posterior. Los vasos y conductos biliares de la tríada portal están acompañados por fibras nerviosas; aparte de provocar vasoconstricción, su función no está clara.

Conductos biliares y vesícula biliar

Los **conductos biliares** transportan bilis desde el hígado al duodeno. La bilis se produce continuamente en el hígado, y se almacena y concentra en la vesícula biliar, que la libera intermitentemente cuando entra grasa en el duodeno. La bilis emulsiona la grasa, de manera que puede absorberse en la porción distal del intestino.

Cuando se observa a pequeño aumento un corte de tejido hepático normal, se aprecia un patrón que tradicionalmente se describe como de *lobulillos hepáticos* hexagonales (v. fig. 2-69A). Cada lobulillo posee una **vena central** que discurre por su centro y de la que salen radialmente **sinusoides** (capilares grandes) y placas de **hepatocitos** (células hepáticas) que se dirigen hacia un perímetro imaginario, extrapolado a partir de las **tríadas portales interlobulillares** (ramas terminales de la vena porta hepática y la arteria hepática propia, y ramas iniciales de los conductos biliares). Aunque suele decirse que son las unidades anatómicas del hígado, los «lobulillos» hepáticos no son unidades estructurales, sino que el patrón lobulillar es una consecuencia fisiológica de los gradientes de presión y se ve alterado por los procesos patológicos. Como el conducto biliar no está en el centro, el lobulillo hepático no representa una unidad funcional como los acinos de otras glándulas. No obstante, el lobulillo hepático es un concepto consolidado, y resulta útil a efectos descriptivos.

Los hepatocitos secretan bilis en los **conductillos biliares** que se forman entre ellos. Los conductillos drenan en los pequeños *conductos biliares interlobulillares* y luego en *conductos biliares colectores* de mayor tamaño de la tríada portal intrahepática, que confluyen para formar los conductos hepáticos (v. fig. 2-69B). Los **conductos hepáticos derecho** e **izquierdo** drenan las porciones hepáticas derecha e izquierda (lóbulos portales), respectivamente. Poco después de dejar el porta hepático, los conductos hepáticos derecho e izquierdo se unen para formar el **conducto hepático común,** al que se une por la derecha el *conducto cístico* para formar el *conducto colédoco* (parte de la tríada portal del omento menor), que transporta la bilis hacia el duodeno.

CONDUCTO COLÉDOCO

El **conducto colédoco** o conducto biliar común se forma en el borde libre del omento menor por la unión del *conducto cístico* y el *conducto hepático común* (v. figs. 2-65 y 2-60B). La longitud del colédoco oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo del punto en que el conducto cístico se une al conducto hepático común.

El conducto colédoco desciende posterior a la porción superior del duodeno y se sitúa en un surco en la cara posterior de la cabeza del páncreas. En el lado izquierdo de la porción descendente del duodeno, el conducto colédoco entra en contacto con el *conducto pancreático principal.* Los dos conductos discurren oblicuamente a través de la pared de esta porción del duodeno, donde se unen para formar la *ampolla hepatopancreática* (ampolla de Vater) (fig. 2-69C). El extremo distal de la ampolla desemboca en el duodeno a través de la *papila duodenal mayor* (v. fig. 2-45C). El músculo circular que rodea el extremo distal del conducto colédoco se engruesa para formar el **esfínter del conducto colédoco** (fig. 2-69C). Cuando este

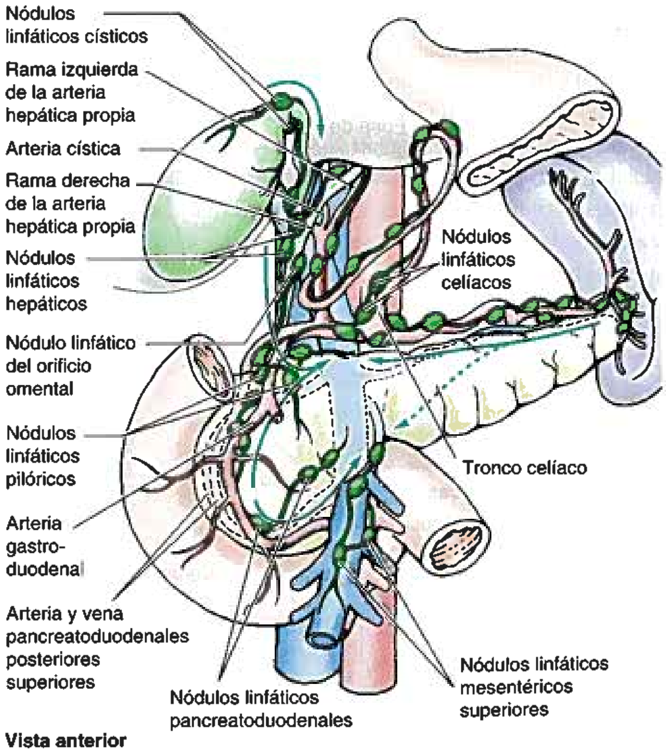

Nódulos linfáticos císticos
Rama izquierda de la arteria hepática propia
Arteria cística
Rama derecha de la arteria hepática propia
Nódulos linfáticos hepáticos
Nódulo linfático del orificio omental
Nódulos linfáticos pilóricos
Arteria gastroduodenal
Arteria y vena pancreatoduodenales posteriores superiores
Nódulos linfáticos pancreatoduodenales
Nódulos linfáticos celíacos
Tronco celíaco
Nódulos linfáticos mesentéricos superiores
Vista anterior

FIGURA 2-71. Arterias que irrigan el conducto colédoco y drenaje linfático de la vesícula biliar y el conducto colédoco. Los vasos linfáticos de la vesícula biliar y los conductos biliares se anastomosan superiormente con los del hígado e inferiormente con los del páncreas; la mayor parte del drenaje fluye hacia los nódulos linfáticos celíacos.

esfínter se contrae, la bilis no puede entrar en la ampolla ni en el duodeno; en consecuencia, la bilis regresa hacia la vesícula biliar a través del conducto cístico, para ser concentrada y almacenada.

Las *arterias que irrigan el conducto colédoco* son (fig. 2-71):

- La *arteria cística,* que irriga la porción proximal del conducto.
- La *rama derecha de la arteria hepática propia,* que perfunde la parte media del conducto.
- La *arteria pancreatoduodenal superior posterior* y la *arteria gastroduodenal,* que irrigan la porción retroduodenal del conducto.

Las *venas de la porción proximal del conducto colédoco y de los conductos hepáticos* suelen entrar directamente en el hígado (fig. 2-72). La *vena pancreatoduodenal superior posterior* drena la porción distal del conducto colédoco y drena en la vena porta hepática o en una de sus tributarias.

Los *vasos linfáticos del conducto colédoco* pasan hacia los **nódulos linfáticos císticos,** cerca del cuello de la vesícula biliar, el **nódulo del orificio omental** y los *nódulos linfáticos hepáticos* (v. figs. 2-70 y 2-71). Los vasos linfáticos eferentes del conducto colédoco pasan hacia los *nódulos linfáticos celíacos.*

VESÍCULA BILIAR

La **vesícula biliar** (de 7 a 10 cm de longitud) se encuentra en la *fosa de la vesícula biliar* en la cara visceral del hígado (figs. 2-65B y 2-72). Esta fosa poco profunda se encuentra en la unión de las porciones (lóbulos portales) derecha e izquierda del hígado.

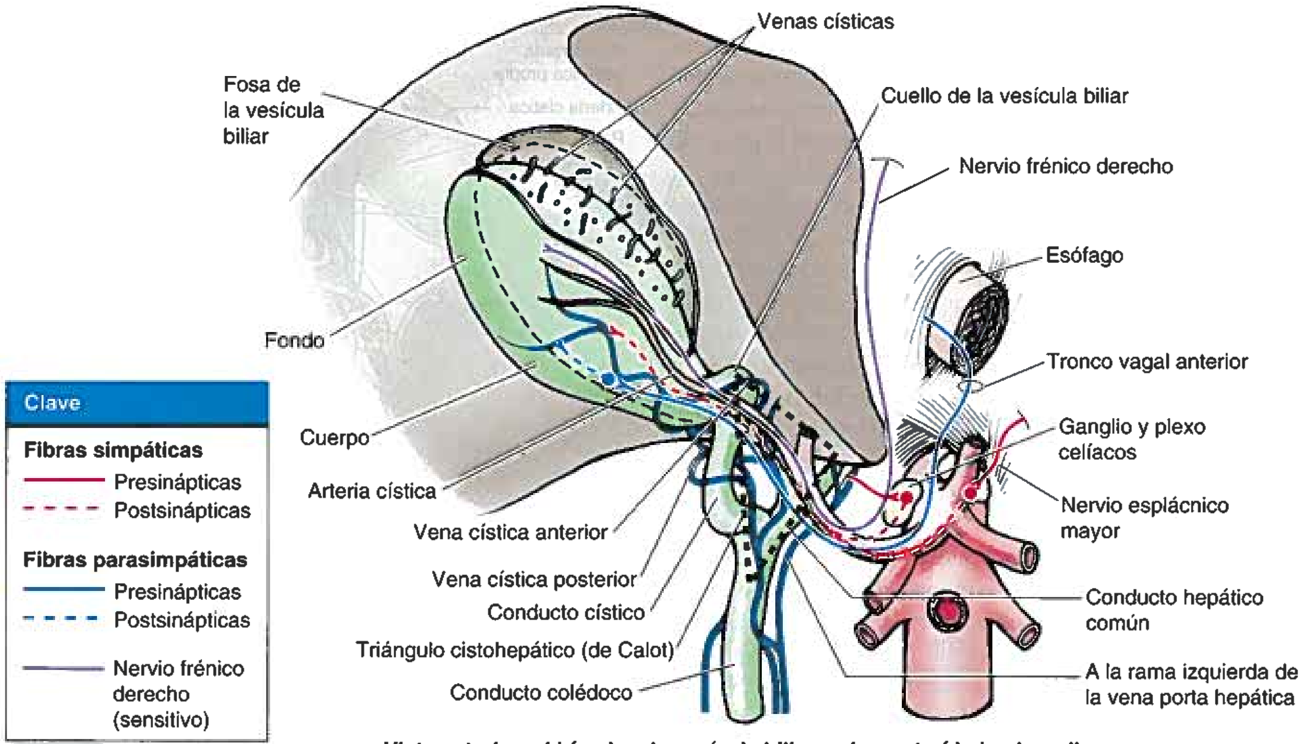
La relación de la vesícula biliar con el duodeno es tan estrecha que la porción superior del duodeno suele estar teñida por bilis en el cadáver (fig. 2-73B). Como es necesario retraer hacia arriba el hígado y la vesícula biliar para exponer a esta última (fig. 2-69B) durante un abordaje quirúrgico anterior abierto (y los atlas suelen representarla en esa posición), resulta fácil olvidar que en su posición natural el cuerpo de la vesícula biliar se sitúa anterior a la porción superior del duodeno, y que su cuello y el conducto colédoco son inmediatamente superiores al duodeno (v. fig. 2-37A).

La vesícula biliar, con forma de pera, puede contener hasta 50 ml de bilis. El peritoneo rodea completamente el fondo de la vesícula biliar y une su cuerpo y su cuello al hígado. La cara hepática de la vesícula biliar se une al hígado mediante tejido conectivo de la cápsula fibrosa del hígado.

La vesícula biliar tiene tres porciones (v. figs. 2-69B, 2-72 y 2-73):

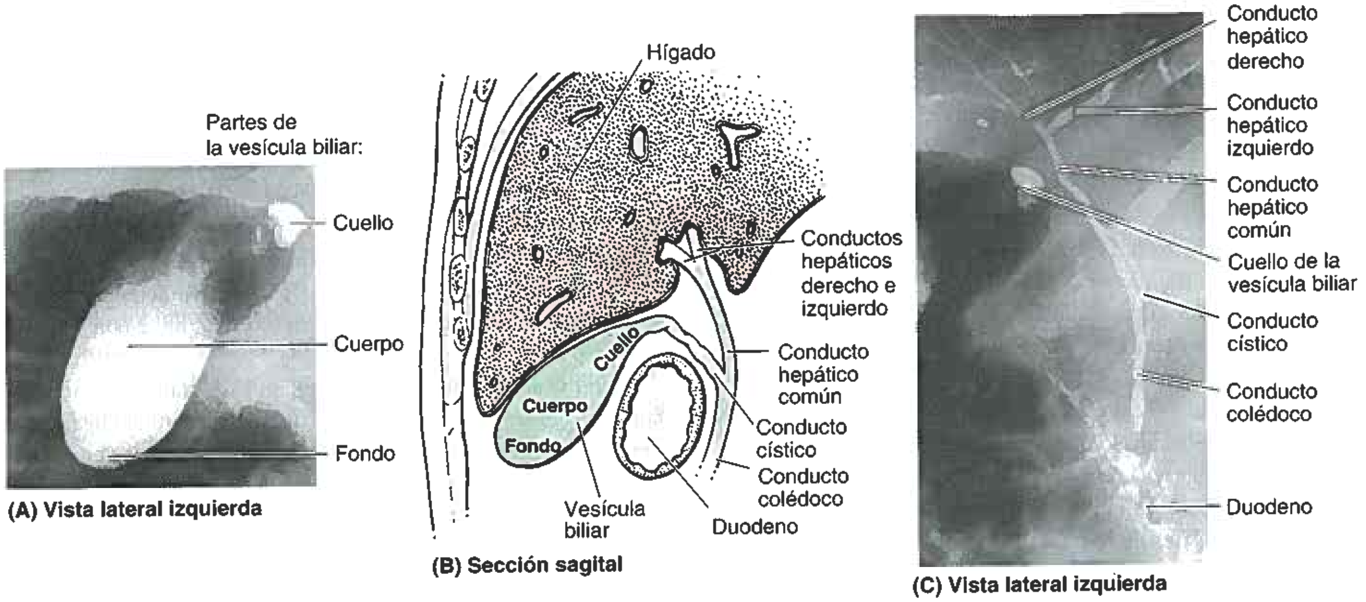
- El **fondo,** el extremo ancho y romo, que normalmente se proyecta desde el borde inferior del hígado en el extremo del 9.º cartílago costal, en la LMC (v. figs. 2-30A y 2-31A).
- El **cuerpo,** la porción principal, que está en contacto con la cara visceral del hígado, el colon transverso y la porción superior del duodeno.
- El **cuello,** que es el extremo estrecho y ahusado, opuesto al fondo, que se dirige hacia el porta hepático. El cuello tiene forma de S y se une al conducto cístico.

El **conducto cístico** (de unos 3 a 4 cm de longitud) conecta el cuello de la vesícula biliar con el conducto hepático común


Venas císticas
Fosa de la vesícula biliar
Cuello de la vesícula biliar
Nervio frénico derecho
Esófago
Fondo
Tronco vagal anterior
Clave
Fibras simpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Fibras parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Nervio frénico derecho (sensitivo)
Cuerpo
Ganglio y plexo celíacos
Arteria cística
Nervio esplácnico mayor
Vena cística anterior
Vena cística posterior
Conducto hepático común
Conducto cístico
Triángulo cistohepático (de Calot)
A la rama izquierda de la vena porta hepática
Conducto colédoco

Vista anterior; el hígado y la vesícula biliar se han retraído hacia arriba

FIGURA 2-72. Nervios y venas del hígado y del sistema biliar. Los nervios destacan a lo largo de la arteria hepática propia y el conducto colédoco y sus ramas. La inervación simpática es vasomotora en el hígado y en el sistema biliar. Las venas del cuello de la vesícula biliar se comunican con las venas císticas a lo largo de los conductos cístico y biliares. Pequeñas venas císticas pasan desde la porción adherente de la vesícula biliar a los sinusoides del hígado.


Partes de
la vesícula biliar:
Cuello
Cuerpo
Fondo
Hígado
Conductos hepáticos derecho e izquierdo
Conducto hepático común
Conducto cístico
Conducto colédoco
Cuello
Cuerpo
Fondo
Vesícula biliar
Duodeno
Conducto hepático derecho
Conducto hepático izquierdo
Conducto hepático común
Cuello de la vesícula biliar
Conducto cístico
Conducto colédoco
Duodeno

(A) Vista lateral izquierda

(B) Sección sagital

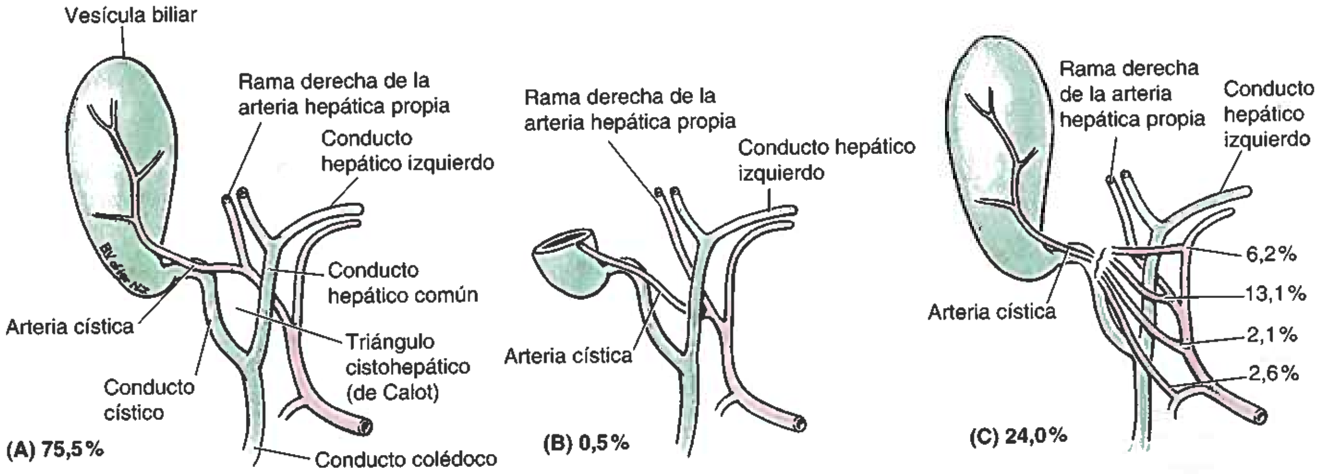
(C) Vista lateral izquierda

FIGURA 2-73. Situación normal de la vesícula biliar y las vías biliares extrahepáticas. A. Imagen de la vesícula biliar obtenida mediante colangiografía retrógrada endoscópica. **B.** Corte sagital esquemático que muestra las relaciones de la porción superior del duodeno. **C.** Colangiografía retrógrada endoscópica de los conductos biliares. El conducto cístico se encuentra casi siempre anterior al conducto hepático común. (A y C por cortesía del Dr. G.B. Haber, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

(fig. 2-73B y C). La mucosa del cuello forma una espiral y crea un pliegue, el **pliegue espiral** (válvula espiral) (fig. 2-69B). El pliegue espiral mantiene abierto el conducto cístico, de modo que la bilis puede desviarse fácilmente al interior de la vesícula biliar cuando el extremo distal del conducto colédoco está cerrado por el *esfínter del conducto colédoco* o el esfínter de la ampolla, o puede pasar hacia el duodeno cuando se contrae la vesícula biliar. El pliegue espiral también proporciona una resistencia adicional al vaciado brusco de la bilis cuando los esfínteres están cerrados y se produce un aumento repentino de la presión intraabdominal, como al estornudar o toser. El conducto cístico pasa entre las hojas del omento menor, generalmente paralelo al conducto hepático común, al que se une para formar el conducto colédoco.

La *irrigación arterial de la vesícula biliar y el conducto cístico* procede de la **arteria cística** (figs. 2-71, 2-72 y 2-74A), que a menudo se origina en la *rama derecha de la arteria hepática propia*, en el triángulo entre el conducto hepático común, el conducto cístico y la cara visceral del hígado, el **triángulo** (o trígono) **cistohepático** (de Calot) (fig. 2-72). Las variaciones en el origen y el recorrido de la arteria cística son frecuentes (fig. 2-74B y C).

El *drenaje venoso del conducto cístico y el cuello de la vesícula biliar* fluye por las **venas císticas.** Estas venas, pequeñas y habitualmente múltiples, pueden pasar de manera directa hacia el hígado o drenar en el hígado a través de la vena porta hepática, después de unirse a las venas que drenan los conductos hepáticos y el conducto colédoco proximal (v. fig. 2-72). Las *venas del fondo y*


Vesícula biliar
Rama derecha de la arteria hepática propia
Conducto hepático izquierdo
Conducto hepático común
Arteria cística
Triángulo cistohepático (de Calot)
Conducto cístico
Conducto colédoco
Rama derecha de la arteria hepática propia
Conducto hepático izquierdo
Arteria cística
Rama derecha de la arteria hepática propia
Conducto hepático izquierdo
Arteria cística
6,2%
13,1%
2,1%
2,6%

(A) 75,5% **(B) 0,5%** **(C) 24,0%**

FIGURA 2-74. Variaciones en el origen y el curso de la arteria cística. A. La arteria cística se origina habitualmente en la rama derecha de la arteria hepática propia, en el triángulo cistohepático (de Calot), limitado por el conducto cístico, el conducto hepático común y la cara visceral del lóbulo derecho del hígado. **B y C.** El 24,5% de las personas presenta variaciones en el origen y el curso de la arteria cística (Daseler *et al.*, 1947), un hecho clínicamente relevante durante la colecistectomía (extirpación quirúrgica de la vesícula biliar).

el cuerpo de la vesícula biliar pasan directamente a la cara visceral del hígado y drenan en los sinusoides hepáticos. Como se trata del drenaje de un lecho capilar (sinusoidal) a otro, constituye un sistema portal adicional (paralelo).

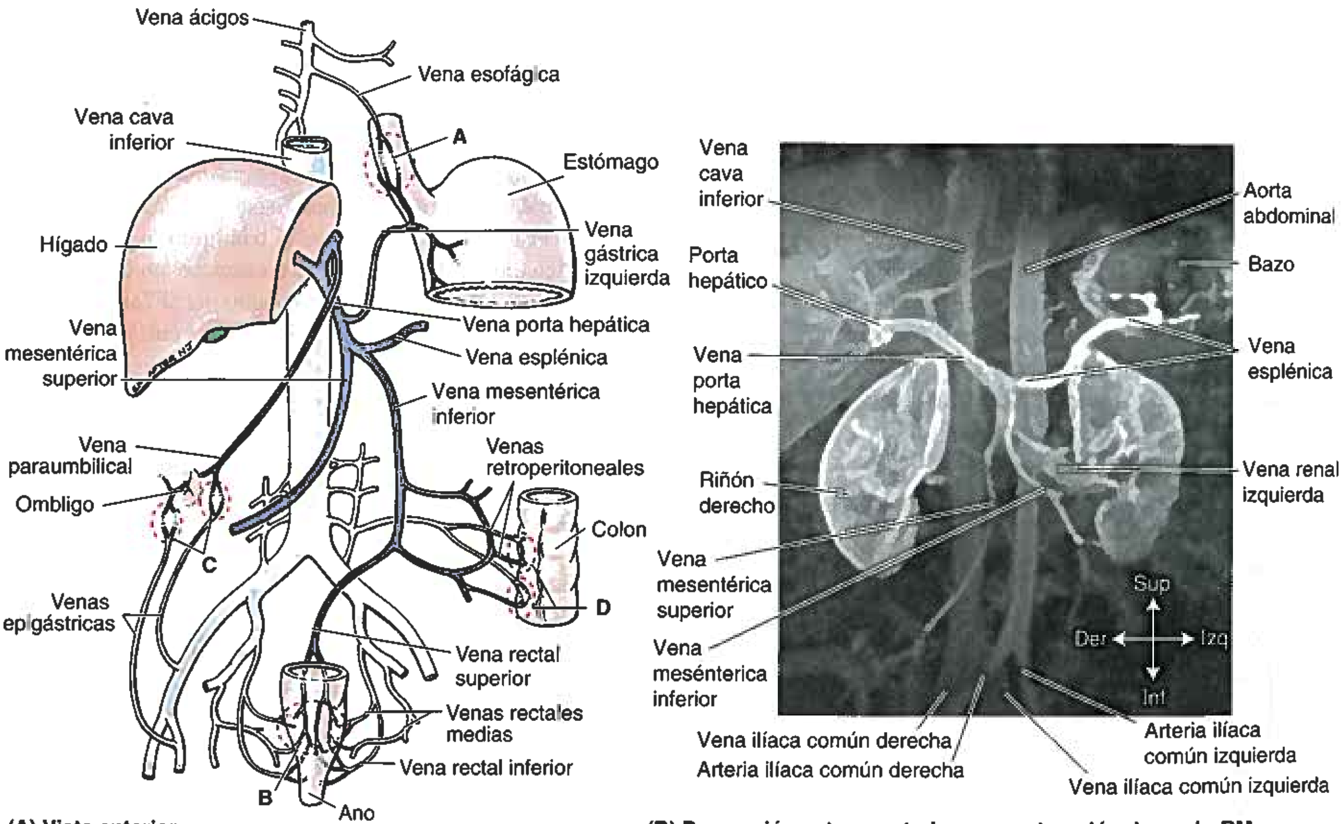
El *drenaje linfático de la vesícula biliar* se realiza a los *nódulos linfáticos hepáticos* (v. fig. 2-71), a menudo a través de los *nódulos linfáticos císticos*, localizados cerca del cuello de la vesícula biliar. Los vasos linfáticos eferentes de estos nódulos pasan hacia los *nódulos linfáticos celíacos*.

Los *nervios para la vesícula biliar y el conducto cístico* (v. fig. 2-72) pasan junto con la arteria cística desde el *plexo nervioso celíaco* (fibras simpáticas y aferentes viscerales [dolor]), el *nervio vago* (parasimpático) y el *nervio frénico derecho* (fibras aferentes *somáticas*). La estimulación parasimpática provoca contracciones de la vesícula biliar y la relajación de los esfínteres en la ampolla hepatopancreática. Sin embargo, generalmente estas respuestas están estimuladas por la hormona *colecistocinina*, producida por las paredes del duodeno (en respuesta a la llegada de alimentos grasos) y distribuida por el torrente sanguíneo.

VENA PORTA HEPÁTICA Y ANASTOMOSIS PORTOSISTÉMICAS

La **vena porta hepática** es la conducción principal del sistema venoso porta (fig. 2-75A y B). Se forma anterior a la VCI y posterior al cuello del páncreas (junto al nivel de la vértebra L1 y el plano transpilórico), por la unión de la VMS y la vena esplénica. En aproximadamente un tercio de las personas, la VMI se une a la confluencia de la VMS y la vena esplénica; en esos casos, las tres venas forman la vena porta hepática. En la mayoría de la gente, la VMI desemboca en la vena esplénica (60 %; v. fig. 2-65A) o en la VMS (40 %).

Aunque la vena porta hepática es un vaso grande, su curso es corto (7-8 cm) y en su mayor parte discurre dentro del ligamento hepatoduodenal. Al aproximarse al porta hepático, la vena porta hepática se divide en dos ramas, derecha e izquierda. La vena porta hepática recoge la sangre poco oxigenada, pero rica en nutrientes, de la porción abdominal del tubo digestivo, incluidos la vesícula biliar, el páncreas y el bazo, y la conduce hacia el hígado. Se ha afirmado que tiene lugar una transmisión de sangre, por la cual


Vena ácigos
Vena esofágica
Vena cava inferior
A
Estómago
Hígado
Vena gástrica izquierda
Vena porta hepática
Vena mesentérica superior
Vena esplénica
Vena mesentérica inferior
Vena paraumbilical
Venas retroperitoneales
Ombligo
Colon
C
D
Venas epigástricas
Vena rectal superior
Venas rectales medias
Vena rectal inferior
B
Ano
Vena cava inferior
Aorta abdominal
Porta hepático
Bazo
Vena esplénica
Vena porta hepática
Riñón derecho
Vena renal izquierda
Vena mesentérica superior
Sup
Der
Izq
Inf
Vena mesénterica inferior
Vena ilíaca común derecha
Arteria ilíaca común derecha
Arteria ilíaca común izquierda
Vena ilíaca común izquierda

(A) Vista anterior

(B) Proyección anteroposterior, reconstrucción de angio-RM

FIGURA 2-75. Tributarias de la vena porta hepática y anastomosis portosistémicas. A. Las anastomosis proporcionan circulación colateral en caso de obstrucción en el hígado o en la vena porta hepática. En la ilustración, las tributarias de la porta se han coloreado en *azul oscuro* y las anastomosis portosistémicas en *azul claro*. Las letras A a D indican la situación de las anastomosis. A, anastomosis entre las venas esofágicas submucosas que drenan en la vena ácigos (sistémica) o en la vena gástrica izquierda (portal); cuando se dilatan son las varices esofágicas. B, anastomosis entre las venas rectales inferior y media que drenan en la vena cava inferior (sistémica) y la vena rectal superior, que continúa como vena mesentérica inferior (portal). Las venas submucosas que la forman están normalmente dilatadas (tienen aspecto varicoso), incluso en los neonatos. Cuando la mucosa que las contiene se prolapsa, constituyen las *hemorroides*. (El aspecto varicoso de las venas y la aparición de hemorroides no se relaciona típicamente con la hipertensión portal, como suele afirmarse.) C, anastomosis entre las venas paraumbilicales (portales) y pequeñas venas epigástricas de la pared anterior del abdomen (sistémicas); éstas pueden dar lugar a la «cabeza de medusa» (fig. C2-24). D, en las caras posteriores (zonas desnudas) de vísceras secundariamente retroperitoneales, o en el hígado, ramas de venas viscerales —por ejemplo, la vena cólica, las venas esplénicas o la propia vena porta hepática (portales)— se anastomosan con venas retroperitoneales de la pared posterior del abdomen o del diafragma (sistémicas). **B.** Angiografía (venografía portal) por resonancia magnética (angio-RM) que muestra las tributarias y la formación de la vena porta hepática en un individuo vivo.

la sangre de la vena esplénica, que transporta los productos de la degradación de los glóbulos rojos desde el bazo, pasa mayoritariamente al hígado izquierdo. La sangre de la VMS, rica en nutrientes absorbidos en el intestino, pasa sobre todo al hígado derecho. Dentro del hígado, sus ramas se distribuyen en un patrón segmentario (v. «Vasos sanguíneos del hígado», p. 272) y terminan en capilares ensanchados, los *sinusoides venosos del hígado* (v. fig. 2-69A).

Las **anastomosis portosistémicas,** por las cuales el sistema venoso porta se comunica con el sistema venoso sistémico, se forman en la submucosa del esófago inferior, en la submucosa del conducto anal, en la región paraumbilical y en las caras posteriores (áreas desnudas) de las vísceras secundariamente retroperitoneales, o del hígado (fig. 2-75; v. detalles en la leyenda). Cuando la circulación portal a través del hígado está disminuida u obstruida debido a una enfermedad hepática o a la compresión ejercida por un tumor, por ejemplo, la sangre del tubo digestivo todavía es capaz de llegar al lado derecho del corazón por la VCI a través de estás vías colaterales. Las rutas alternativas pueden utilizarse porque la vena porta hepática y sus tributarias no tienen válvulas; de este modo, la sangre puede fluir en dirección inversa hacia la VCI. Sin embargo, el volumen de sangre redirigido a través de las rutas colaterales puede resultar excesivo y provocar la aparición de *varices* (venas anormalmente dilatadas), que pueden ser mortales (v. el cuadro azul «Hipertensión portal», p. 288) si no se soluciona la obstrucción quirúrgicamente (v. el cuadro azul «Derivaciones portosistémicas», p. 288).

BAZO Y PÁNCREAS

Rotura esplénica

El bazo, aunque está bien protegido por las costillas 9.ª a 12.ª (fig. 2-30B), es el órgano abdominal que se lesiona con mayor frecuencia. La estrecha relación del bazo con las costillas que normalmente le protegen puede ser perjudicial en caso de fracturas costales. Los golpes fuertes en el lado izquierdo pueden fracturar una o más costillas, con la consiguiente formación de fragmentos óseos afilados que pueden lacerar el bazo. Asimismo, las contusiones en otras regiones del abdomen que provocan un aumento pronunciado y súbito de la presión intraabdominal (p. ej., por el impacto contra el manillar de una motocicleta) pueden romper la delgada cápsula fibrosa del bazo y el peritoneo que lo recubre, dañando su parénquima blando y pulposo. Cuando el bazo se rompe, sangra profusamente. La *rotura esplénica* causa una *hemorragia intraperitoneal* grave y shock.

Esplenectomía y esplenomegalia

Es difícil reparar una rotura esplénica; en consecuencia, a menudo debe realizarse una **esplenectomía** (extirpación del bazo) a fin de impedir que el paciente muera a causa de la hemorragia. Cuando es posible efectuar una *esplenectomía subtotal (parcial)*, se produce una rápida regeneración. Incluso una *esplenectomía total* no suele producir efectos secundarios graves, sobre todo en los adultos, dado que la mayoría de sus funciones las asumen otros órganos reticuloendoteliales (p. ej., el hígado y la médula ósea), aunque hay mayor vulnerabilidad a ciertas infecciones bacterianas. Cuando el bazo enferma debido a, por ejemplo, leucemia granulocítica (aumento del recuento leucocitario), puede agrandarse hasta alcanzar un tamaño y un peso más de 10 veces superior a los normales **(esplenomegalia).** La hipertensión (aumento de la tensión arterial) se acompaña a veces de congestión del bazo. Normalmente, el bazo no es palpable en el adulto. Por lo general, si su borde inferior puede detectare palpando bajo el arco costal izquierdo al final de la inspiración (fig. C2-19A), está agrandado unas tres veces respecto a su tamaño «normal». También se produce esplenomegalia en algunas formas de anemias hemolíticas o granulocíticas, en las cuales se destruyen glóbulos rojos o blancos, respectivamente, a una velocidad anormalmente elevada (fig. C2-19B). En estos casos, una esplenectomía puede salvar la vida del paciente.

Bazo(s) accesorio(s)

En la vida prenatal pueden desarrollarse uno o más **bazos accesorios** cerca del hilio esplénico. Pueden incluirse total o parcialmente en la cola del páncreas, entre las hojas del ligamento gastroesplénico, en el compartimiento infracólico, en el mesenterio o en estrecha proximidad a un ovario o un testículo (fig. C2-20). En la mayoría de los individuos afectos, sólo existe un bazo accesorio. Los bazos accesorios son relativamente frecuentes; suelen ser pequeños (aproximadamente 1 cm de diámetro, oscilando entre 0,2 y 10 cm) y pueden parecer un nódulo linfático. Es importante tener presente la posibilidad de que haya bazos accesorios, ya que si no se extirpan en la esplenectomía, los síntomas que motivaron la extirpación (p. ej., *anemia esplénica*) pueden persistir.

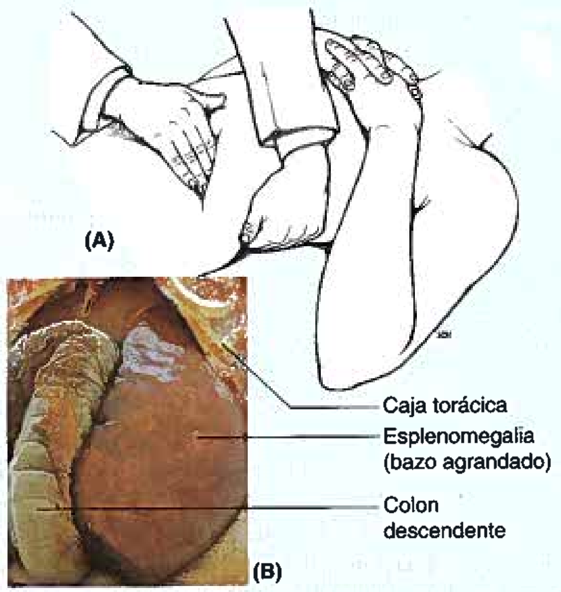


FIGURA C2-19. Exploración del bazo. A. Técnica de palpación del bazo. **B.** Bazo de 4.200 g de peso encontrado en una autopsia.

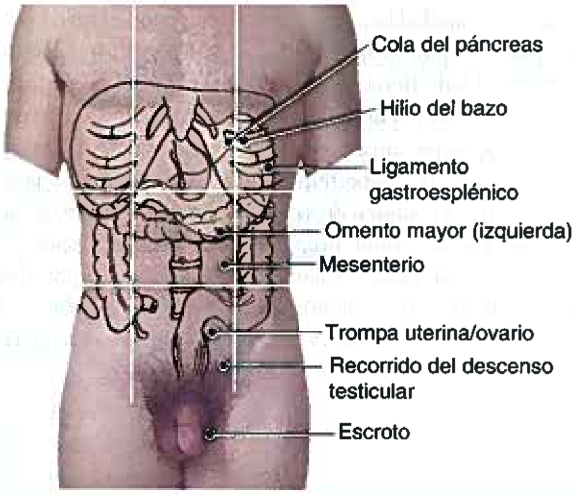


FIGURA C2-20. Posibles localizaciones de los bazos accesorios. Los puntos indican los lugares donde pueden encontrarse pequeños bazos accesorios.

Biopsia esplénica con aguja y esplenoportografía

La relación del receso costodiafragmático de la cavidad pleural con el bazo es clínicamente relevante (v. fig. 2-31A). Este espacio potencial desciende hasta el nivel de la 10.ª costilla en la línea medioaxilar. Hay que tener presente su existencia cuando se realiza una *biopsia esplénica con aguja*, o cuando se inyecta material radiopaco en el bazo para visualizar la vena porta hepática (*esplenoportografía*). Si no se actúa con cuidado, este material puede entrar en la cavidad pleural y provocar *pleuritis* (inflamación de la pleura).

Bloqueo de la ampolla hepatopancreática y pancreatitis

Como el conducto pancreático principal se une al conducto colédoco para formar la ampolla hepatopancreática y atraviesa la pared del duodeno, un *cálculo biliar* que circule por las vías biliares extrahepáticas puede alojarse en el extremo distal estrechado de la ampolla, donde ésta desemboca en la cúspide de la papila duodenal mayor (v. fig. 2-59A y B). En tal caso se bloquean tanto las vías biliares como las pancreáticas, de forma que la bilis y el jugo pancreático no pueden pasar al duodeno. Sin embargo, la bilis puede retroceder y entrar en el conducto pancreático, lo que suele provocar *pancreatitis* (inflamación del páncreas). Los *espasmos del esfínter hepatopancreático* también pueden asociarse a un reflujo similar de la bilis. Normalmente, el esfínter del conducto pancreático impide el reflujo de bilis hacia el conducto pancreático; no obstante, si la ampolla hepatopancreática está obstruida, el débil esfínter del conducto pancreático puede ser incapaz de oponerse a la presión excesiva de la bilis en la ampolla hepatopancreática. Cuando existe un conducto pancreático accesorio que conecta con el conducto pancreático principal y desemboca en el duodeno, puede compensar la obstrucción del conducto pancreático principal o el espasmo del esfínter hepatopancreático.

Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica

La **colangiopancreatografía retrógrada endoscópica** (CPRE) se ha convertido en la técnica estándar para diagnosticar los trastornos pancreáticos y biliares (fig. C2-21). En primer lugar se hace pasar un endoscopio de fibra óptica a través de la boca, el esófago y el estómago. A continuación se entra en el duodeno y se introduce una cánula en la papila duodenal mayor, que se hace avanzar, bajo control fluoroscópico, al interior del conducto deseado (el conducto colédoco o el conducto pancreático) para inyectar el medio de contraste radiológico.

Tejido pancreático accesorio

No es infrecuente que aparezca *tejido pancreático accesorio* en el estómago, el duodeno, el íleon o un divertículo ileal; no obstante, las localizaciones más comunes son el estómago y el duodeno. El tejido pancreático accesorio puede contener células de islotes pancreáticos que producen glucagón e insulina.

Pancreatectomía

Para tratar la pancreatitis crónica puede extirparse la mayor parte del páncreas —una intervención denominada **pancreatectomía**. Las relaciones anatómicas y la irrigación de la cabeza del páncreas, el conducto colédoco y el duodeno hacen que sea imposible eliminar toda la cabeza del páncreas (Skandalakis *et al.*, 1995). Normalmente se conserva una franja de páncreas a lo largo del borde medial del duodeno para preservar el aporte sanguíneo duodenal.

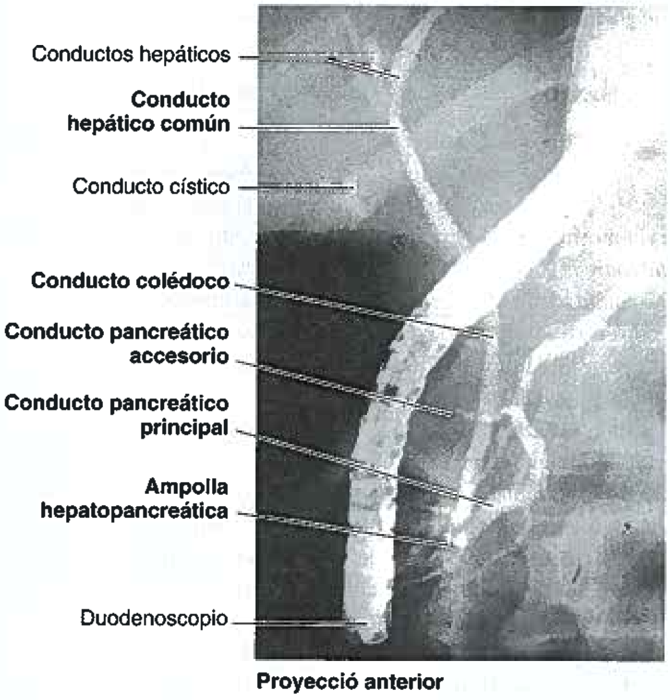


FIGURA C2-21. Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica.

Rotura del páncreas

El páncreas tiene una localización central dentro del cuerpo. Por ello, no es palpable y está bien protegido frente a todos los traumatismos penetrantes excepto los más graves. El páncreas, al igual que el hígado, posee una reserva funcional considerable. Debido a todo esto, el páncreas, como órgano exocrino, no suele ser una causa primaria de problemas clínicos (aparte de la *diabetes*, un trastorno endocrino de las células de los islotes). La mayoría de los problemas del páncreas exocrino son secundarios a problemas biliares. La lesión pancreática puede deberse a una compresión brusca, grave e intensa del abdomen, como ocurre al impactar con el volante en un accidente automovilístico. Como el páncreas se sitúa transversalmente, la columna vertebral actúa como un yunque y la fuerza traumática puede romper el páncreas, que es friable.

La rotura del páncreas suele desgarrar el sistema ductal, lo que permite que el jugo pancreático entre en el parénquima de la glándula e invada los tejidos adyacentes. La digestión del tejido pancreático y de otros tejidos por el jugo pancreático es muy dolorosa.

Cáncer pancreático

El cáncer de la cabeza del páncreas es una de las causas más frecuentes de obstrucción extrahepática del sistema biliar. Dadas las relaciones posteriores del páncreas, el cáncer de la cabeza suele comprimir y obstruir el conducto colédoco, la ampolla hepatopancreática o ambos. Esta afección causa una obstrucción, con la consiguiente retención de pigmentos biliares, aumento del tamaño de la vesícula biliar e ictericia obstructiva. La *ictericia* es la coloración amarillenta de la mayoría de los tejidos, la piel, las mucosas y la conjuntiva por los pigmentos biliares circulantes.

La mayoría de las personas que sufren cáncer de páncreas presenta un *adenocarcinoma ductal*. Normalmente cursa con dolor intenso en el dorso. El cáncer del cuello y del cuerpo del páncreas puede causar una obstrucción de la vena porta o de la VCI, debido a que el páncreas cubre estas grandes venas (v. fig. 2-60B). El amplio drenaje pancreático a nódulos linfáticos relativamente inaccesibles y el hecho de que el cáncer de páncreas típicamente metastatiza precozmente en el hígado, a través de la vena porta hepática, hace que la resección quirúrgica del páncreas canceroso sea prácticamente inútil.

HÍGADO, VÍAS BILIARES Y VESÍCULA BILIAR

Palpación del hígado

El hígado puede palparse en una persona tumbada debido a que el hígado y el diafragma se mueven inferiormente con las inspiraciones profundas (v. fig. 2-62). Una técnica para palpar el hígado es colocar la mano izquierda posteriormente, por detrás de la **porción inferior de la caja torácica** (fig. C2-22). A continuación, se coloca la mano derecha sobre el cuadrante superior derecho del sujeto, lateral al **recto del abdomen** e inferior al **arco costal.** Se solicita a la persona que respire profundamente mientras el examinador presiona posterosuperiormente con la mano derecha y empuja anteriormente con la mano izquierda (Bickley y Szilagyi, 2005).

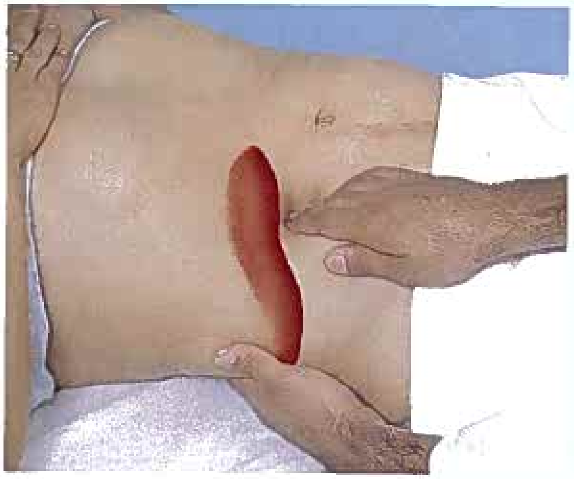


FIGURA C2-22. Palpación del borde inferior del hígado.

Abscesos subfrénicos

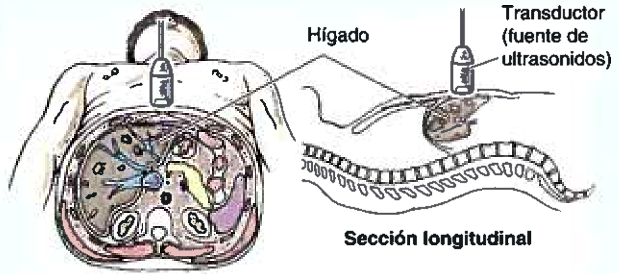
La peritonitis puede inducir la formación de *abscesos* localizados (acumulación de exudado purulento, o pus) en diversas partes de la cavidad abdominal. Los recesos subfrénicos derecho e izquierdo son una zona donde con frecuencia se acumula pus. Los *abscesos subfrénicos* son más comunes en el lado derecho, dada la frecuencia de la rotura del apéndice vermiforme y la perforación de úlceras duodenales. Los recesos subfrénicos derecho e izquierdo se continúan con el receso hepatorrenal (la parte más baja —más afectada por la gravedad— de la cavidad peritoneal en decúbito supino), por lo que el pus de un absceso subfrénico puede drenar en uno de los recesos hepatorrenales (fig. 2-64E), sobre todo cuando el paciente está encamado.

El absceso subfrénico a menudo se drena mediante una incisión realizada por debajo o a lo largo de la 12.ª costilla (Ellis, 2006), sin que sea necesario practicar una abertura en la pleura o el peritoneo. Los abscesos subfrénicos anteriores suelen drenarse con una incisión subcostal localizada inferior y paralela al arco costal derecho.

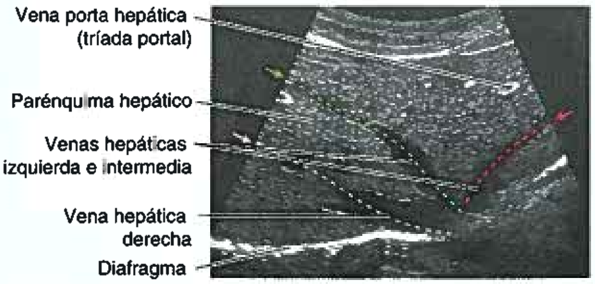
Lobectomías y segmentectomías hepáticas

Cuando se descubrió que las ramas derecha e izquierda de la arteria hepática propia y los conductos hepáticos derechos e izquierdos, así como las ramas derecha e izquierda de la vena porta hepática, no se comunicaban significativamente, fue posible practicar **lobectomías hepáticas,** la extirpación de la porción derecha o izquierda del hígado, con una hemorragia mínima.

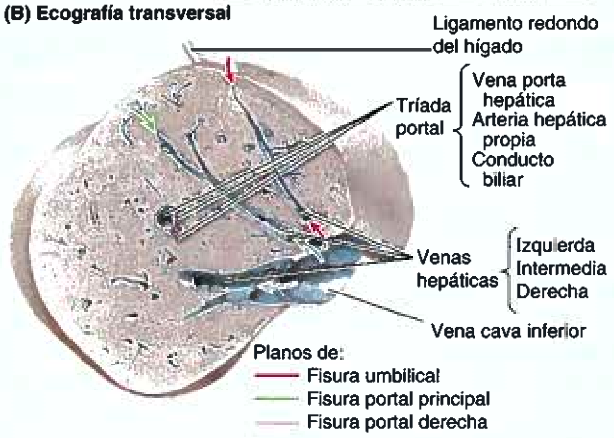
La mayoría de las lesiones del hígado afectan a la porción derecha. Recientemente, sobre todo desde la introducción del bisturí cauterizador y la cirugía láser, se pueden efectuar **segmentectomías hepáticas.** Esta técnica permite extraer (resecar) únicamente los segmentos que han sufrido una lesión grave o que están afectados por un tumor. Las venas hepáticas derecha, intermedia e izquierda sirven como guías para los planos (fisuras) entre las divisiones hepáticas (fig. C2-23); sin embargo, también constituyen



(A) Sección transversal


Vena porta hepática (tríada portal)
Parénquima hepático
Venas hepáticas izquierda e intermedia
Vena hepática derecha
Diafragma

(B) Ecografía transversal



(C) Sección transversal del hígado superior

FIGURA C2-23. Estudio ecográfico de las venas hepáticas.

una importante fuente de sangrado a la cual deberá enfrentarse el cirujano. Aunque el patrón de ramificación que se muestra en la figura 2-67A es el más frecuente, los segmentos pueden variar considerablemente en forma y tamaño debido a las variaciones individuales en la ramificación de los vasos hepáticos y portales. Toda resección hepática es empírica, y precisa una determinación del patrón de segmentación del paciente mediante ecografías, inyección de contraste u oclusión mediante catéter con balón (Cheng *et al.*, 1997). Las lesiones más extensas, que probablemente dejarían grandes áreas del hígado desvascularizadas, pueden hacer que siga siendo necesaria una lobectomía.

Rotura del hígado

El hígado es vulnerable a la rotura debido a su gran tamaño, posición fija y friabilidad (se desmenuza fácilmente). A menudo, el hígado es desgarrado por una costilla fracturada que perfora el diafragma. Dado que el hígado cuenta con una gran vascularización y es muy friable, las laceraciones hepáticas suelen causar hemorragias profusas y dolor en el cuadrante superior derecho. En estos casos, el cirujano debe decidir si eliminar el material extraño y el tejido contaminado o desvitalizado por disección o efectuar una segmentectomía.

Arterias hepáticas aberrantes

La variante más frecuente de las ramas derecha o izquierda de la arteria hepática propia, en la cual surge como una rama terminal de la arteria hepática propia (fig. C2-24A), puede verse sustituida total o parcialmente por una arteria aberrante (accesoria o alternativa) de otro origen. El origen más común de la *arteria hepática derecha aberrante* es la AMS (fig. C2-24B). El origen más común de la *arteria hepática izquierda aberrante* es la arteria gástrica izquierda (fig. C2-24C).

Variaciones en las relaciones de las arterias hepáticas

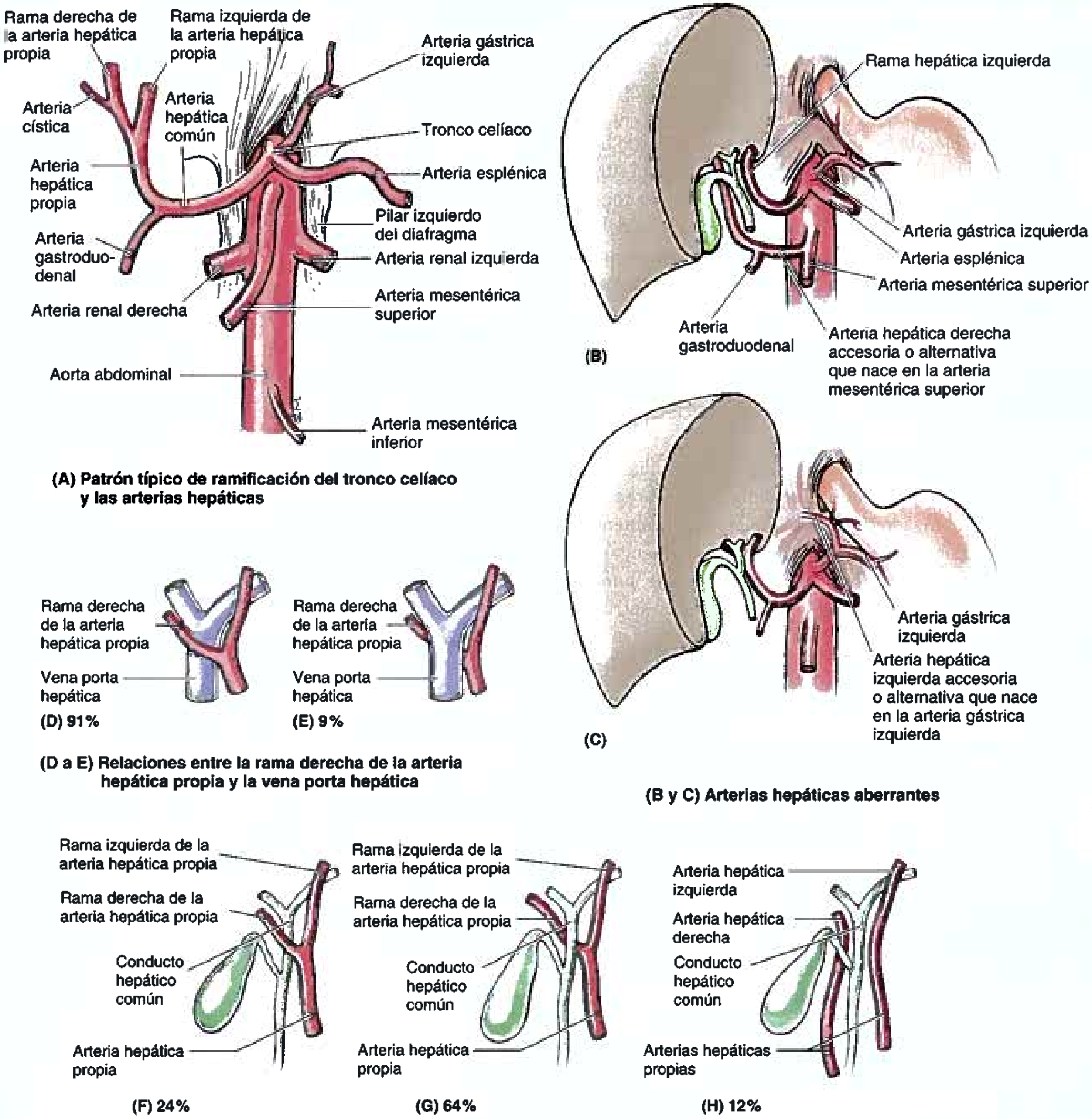
En la mayoría de las personas, la rama derecha de la arteria hepática propia cruza anterior a la vena porta hepática (fig. C2-24D); sin embargo, en algunos individuos la arteria cruza posterior a la vena porta hepática (fig. C2-24E). En la mayoría de las personas, la rama derecha discurre posterior al conducto hepático común (fig. C2-24G). En algunos individuos, la rama derecha cruza anterior al conducto hepático común (fig. C2-24F), o surge de la AMS, por lo que no cruza en ningún momento el conducto hepático común (fig. C2-24H).

Hepatomegalia

El hígado es un órgano blando y muy vascularizado que recibe una gran cantidad de sangre inmediatamente antes de que entre en el corazón. Tanto la VCI como las venas hepáticas carecen de válvulas. Cualquier aumento de la presión venosa central se transmite directamente al hígado, que aumenta de tamaño a medida que se congestiona con la sangre. La congestión intensa pasajera distiende la cápsula fibrosa del hígado, produciendo dolor alrededor de las costillas inferiores, especialmente en el hipocondrio derecho. Esta congestión, sobre todo si se asocia a una actividad diafragmática elevada o sostenida, puede ser una de las causas del «flato» (punzada dolorosa en el costado) y la posible explicación de que dicho fenómeno afecte al lado derecho.

Además de los trastornos que provocan congestión hepática, como la insuficiencia cardíaca congestiva, las enfermedades víricas y bacterianas como la *hepatitis* causan **hepatomegalia** (agrandamiento del hígado). Cuando el hígado aumenta mucho de tamaño, su borde inferior puede palparse con facilidad por debajo del arco costal derecho e incluso puede llegar al estrecho superior de la pelvis, en el CID del abdomen.

Los tumores también agrandan el hígado. Este órgano constituye una localización frecuente de *carcinomas metastásicos* (neoplasias secundarias por diseminación a partir de órganos drenados por el sistema venoso portal, p. ej., el intestino grueso). También pueden pasar células cancerosas al hígado desde el tórax, especialmente desde la mama derecha, debido a las comunicaciones existentes entre los nódulos linfáticos torácicos y los vasos linfáticos que drenan el área desnuda del hígado. Los tumores metastásicos forman nodulillos duros y redondeados dentro del parénquima hepático.


Rama derecha de la arteria hepática propia
Rama izquierda de la arteria hepática propia
Arteria gástrica izquierda
Arteria cística
Arteria hepática común
Tronco celíaco
Arteria hepática propia
Arteria esplénica
Pilar izquierdo del diafragma
Arteria gastroduodenal
Arteria renal izquierda
Arteria renal derecha
Arteria mesentérica superior
Aorta abdominal
Arteria mesentérica inferior
Rama hepática izquierda
Arteria gástrica izquierda
Arteria esplénica
Arteria mesentérica superior
Arteria gastroduodenal
(B)
Arteria hepática derecha accesoria o alternativa que nace en la arteria mesentérica superior
Rama derecha de la arteria hepática propia
Vena porta hepática
(D) 91%
Rama derecha de la arteria hepática propia
Vena porta hepática
(E) 9%
Arteria gástrica izquierda
Arteria hepática izquierda accesoria o alternativa que nace en la arteria gástrica izquierda
(C)
Rama izquierda de la arteria hepática propia
Rama derecha de la arteria hepática propia
Conducto hepático común
Arteria hepática propia
(F) 24%
Rama izquierda de la arteria hepática propia
Rama derecha de la arteria hepática propia
Conducto hepático común
Arteria hepática propia
(G) 64%
Arteria hepática izquierda
Arteria hepática derecha
Conducto hepático común
Arterias hepáticas propias
(H) 12%

(A) Patrón típico de ramificación del tronco celíaco y las arterias hepáticas

(D a E) Relaciones entre la rama derecha de la arteria hepática propia y la vena porta hepática

(B y C) Arterias hepáticas aberrantes

(F y G) Relaciones entre la rama derecha de la arteria hepática propia y el conducto hepático común

Vistas anteriores

FIGURA C2-24. Variaciones de las ramas derecha e izquierda de la arteria hepática propia.

Cirrosis hepática

El hígado es el principal lugar donde se detoxifican las sustancias absorbidas por el sistema digestivo; por ello, es vulnerable al daño celular y la posterior cicatrización y formación de nodulillos regenerativos. En la *cirrosis hepática* se da una destrucción progresiva de los hepatocitos (fig. 2-69), que son reemplazados por grasa y tejido fibroso. Aunque numerosos disolventes industriales, como el tetracloruro de carbono, producen cirrosis, este cuadro es mucho más frecuente en personas que sufren alcoholismo crónico.

La *cirrosis alcohólica*, la más común de las numerosas causas de *hipertensión portal*, se caracteriza por hepatomegalia y un aspecto «nodular» de la superficie hepática (v. fig. C2-30B en el cuadro azul «Derivaciones portosistémicas», p. 288) debido a cambios grasos y fibrosis. El hígado tiene una gran reserva funcional; de este modo, las manifestaciones metabólicas de insuficiencia hepática aparecen tardíamente. El tejido fibroso rodea los vasos sanguíneos y los conductos biliares intrahepáticos, lo cual hace que el hígado se endurezca e impide la circulación de la sangre a través de él (*hipertensión portal*). El tratamiento de la cirrosis hepática avanzada puede incluir la creación quirúrgica de una *derivación portosistémica* o *portocava*, anastomosando los sistemas venosos portal y sistémico (v. el cuadro azul «Derivaciones portosistémicas», p. 288).

Biopsia hepática

Mediante *biopsia hepática* puede obtenerse tejido hepático con fines diagnósticos. Como el hígado está situado en el hipocondrio derecho, protegido por la caja torácica que lo cubre, normalmente la aguja se introduce a través del 10.° espacio intercostal derecho, en la línea medioaxilar. Antes de que el médico realice la biopsia, se pide al paciente que haga una espiración completa y que contenga la respiración, a fin de reducir el receso costodiafragmático y disminuir la posibilidad de dañar el pulmón y contaminar la cavidad pleural.

Vesícula biliar móvil

En la mayoría de las personas, la vesícula biliar se fija íntimamente a la fosa de la vesícula biliar sobre la cara visceral del hígado (fig. 2-72). En aproximadamente el 4% de los sujetos, sin embargo, la vesícula biliar se encuentra suspendida del hígado por un corto mesenterio, lo que aumenta su movilidad. Las **vesículas biliares móviles** pueden sufrir torsión vascular e infarto (insuficiencia súbita de irrigación arterial o venosa).

Variaciones de los conductos cístico y hepático

En ocasiones, el conducto cístico discurre junto al conducto hepático común y se adhiere estrechamente a él. El conducto cístico puede ser corto, o incluso faltar. En algunas personas se observa una unión baja de los conductos cístico y hepático común (fig. C2-25A). Debido a ello, el conducto colédoco es corto y se sitúa posterior a la porción superior del duodeno, o incluso inferior a éste. Cuando hay una unión baja, los dos conductos pueden estar unidos por tejido fibroso, lo que dificulta el pinzamiento quirúrgico del conducto cístico sin lesionar el conducto hepático común.

En otras ocasiones, la unión de los conductos cístico y hepático común es alta, cerca del porta hepático (fig. C2-25B). En otras, el conducto cístico forma una espiral anteriormente sobre el conducto hepático común antes de unirse a éste en el lado izquierdo (fig. C2-25C). Es importante que los cirujanos tengan presentes las variaciones en la formación de las arterias y los conductos biliares cuando ligan el conducto cístico durante una *colecistectomía* (extirpación quirúrgica de la vesícula biliar).

Conductos hepáticos accesorios

La presencia de **conductos hepáticos accesorios (aberrantes)** es frecuente, y se sitúan en posiciones peligrosas para la realización de una colecistectomía. Un conducto accesorio es un conducto segmentario normal que se une al sistema biliar por fuera del hígado en lugar de hacerlo en el interior de éste (fig. C2-26). Como drena un segmento normal del hígado, puede producirse una fuga de bilis si se secciona inadvertidamente durante una intervención quirúrgica (Skandalakis *et al.*, 1995). De 95 vesículas biliares y conductos biliares estudiados, siete presentaban conductos accesorios: cuatro se unían al conducto hepático común cerca de los conductos císticos, dos se unían al conducto cístico, y uno era un conducto anastomótico que conectaba el conducto cístico con el conducto hepático común (Grant, en Agur y Dalley, 2009).

Litiasis biliar

Los **cálculos biliares** son concreciones que se forman en la vesícula biliar, el conducto cístico o el conducto colédoco, y están compuestos principalmente por cristales de colesterol (fig. C2-27). Los cálculos biliares (*colelitiasis, litiasis biliar*) son mucho más frecuentes en las mujeres, y su incidencia aumenta con la edad. Sin embargo, en aproximadamente el 50% de las personas, los cálculos biliares son «silentes» (asintomáticos). Durante un período de 20 años, dos terceras partes de las personas que presentan cálculos biliares asintomáticos se mantienen sin síntomas. Cuanto más tiempo permanezcan silentes los cálculos biliares, menor es la probabilidad de que aparezcan síntomas. Para que los cálculos biliares provoquen síntomas clínicos deben alcanzar un tamaño suficiente para lesionar mecánicamente la vesícula biliar o para obstruir las vías biliares (Townsend *et al.*, 2004).

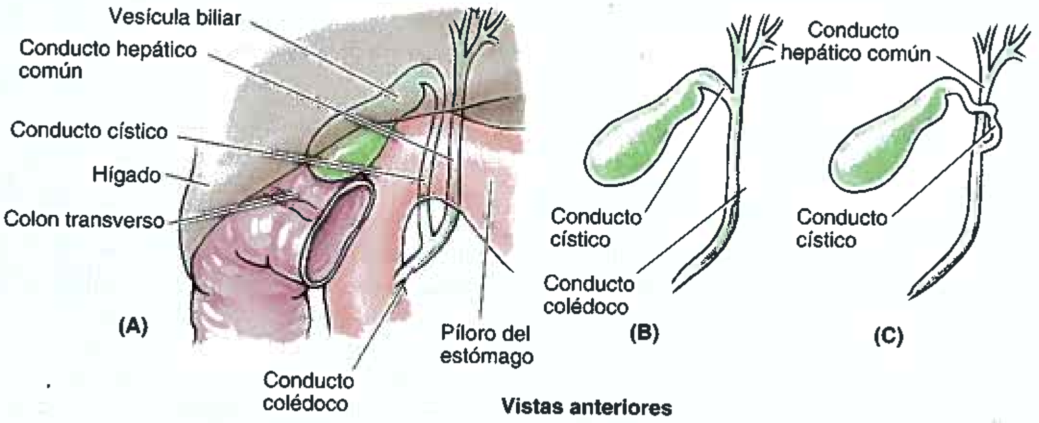


FIGURA C2-25. Unión de los conductos cístico y hepático común. A. Unión baja. **B.** Unión alta. **C.** Recorrido tortuoso.

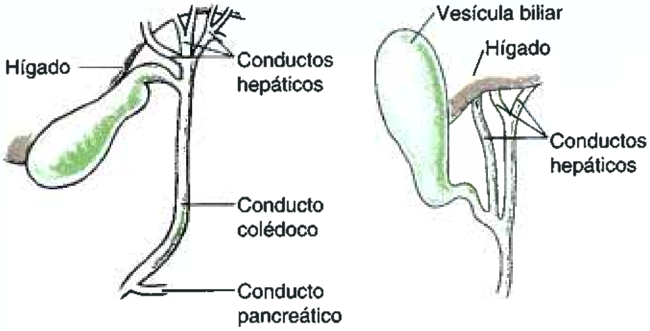


FIGURA C2-26.

El extremo distal de la ampolla hepatopancreática es la parte más estrecha de las vías biliares y el lugar donde los cálculos biliares impactan con mayor frecuencia. Los cálculos biliares también pueden alojarse en los conductos hepático y cístico. Los cálculos biliares alojados en el conducto cístico pueden producir un *cólico biliar* (dolor intenso y espasmódico). Cuando la vesícula biliar se relaja, el cálculo en el conducto cístico puede volver al interior de la vesícula biliar. Si un cálculo bloquea el conducto cístico se produce una *colecistitis* (inflamación de la vesícula biliar) debido a la acumulación de bilis, lo que causa el aumento de tamaño de la vesícula biliar.

Otro lugar frecuente donde pueden impactar los cálculos biliares es una saculación anómala (bolsa de Hartmann) que aparece en estados patológicos en la unión del cuello de la vesícula biliar y el conducto cístico. Cuando el saco es grande, el conducto cístico se origina en su cara superior izquierda, y no en lo que parece ser el vértice de la vesícula biliar. Los cálculos biliares suelen acumularse en esa bolsa. Si se rompe una úlcera péptica duodenal, puede formarse una falsa comunicación entre la bolsa y la porción superior del duodeno, que permite el paso de los cálculos biliares al duodeno. (V. el cuadro azul siguiente, «Cálculos biliares en el duodeno».)

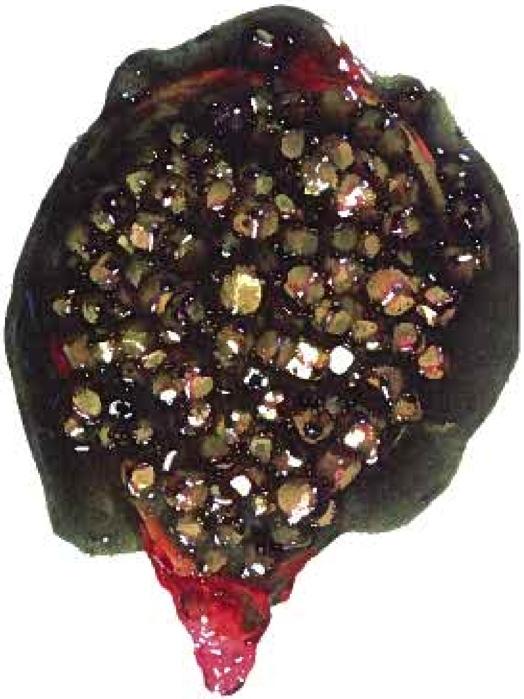


FIGURA C2-27. Cálculos biliares (colelitiasis). Se ha abierto la vesícula biliar para mostrar los numerosos cálculos biliares amarillos de colesterol.

El dolor de la *impactación de la vesícula biliar* se produce en la región epigástrica, y más tarde se desplaza a la región hipocondríaca derecha, en la unión del 9.º cartílago costal y el borde lateral de la vaina del músculo recto del abdomen. La *inflamación de la vesícula biliar* puede causar dolor en la pared posterior del tórax o en el hombro derecho como resultado de la irritación del diafragma. Si la bilis no puede salir de la vesícula biliar, entra en la sangre y causa *ictericia* (v. el cuadro azul «Cáncer pancreático», p. 283). La ecografía y la TC son técnicas habituales incruentas para localizar los cálculos.

Cálculos biliares en el duodeno

Cuando la vesícula biliar se dilata y se inflama debido a un cálculo biliar impactado en su conducto, pueden formarse adherencias con las vísceras adyacentes. La inflamación mantenida puede destruir (ulcerar) los límites tisulares entre la vesícula biliar y una porción del tubo digestivo que se encuentre adherida a ella, y conducir a la formación de una *fístula colecistoentérica* (fig. C2-28). Debido a su proximidad a la vesícula biliar, la porción superior del duodeno y el colon transverso son las localizaciones más probables donde puede aparecer una fístula de este tipo. La fístula permitiría que un cálculo de gran tamaño, incapaz de atravesar el conducto cístico, llegara al tubo digestivo. Los cálculos grandes que entran en el intestino delgado por esta vía pueden quedar atrapados en la válvula ileocecal, produciendo una obstrucción intestinal (*íleo biliar*). Las fístulas colecistoentéricas también permiten el paso de gas desde el tubo digestivo a la vesícula biliar, lo que constituye un signo radiográfico de este trastorno.

Colecistectomía

A las personas que sufren *cólicos biliares* graves suele extirpárseles la vesícula biliar. A menudo se utiliza la *colecistectomía laparoscópica* en lugar de la técnica qui-

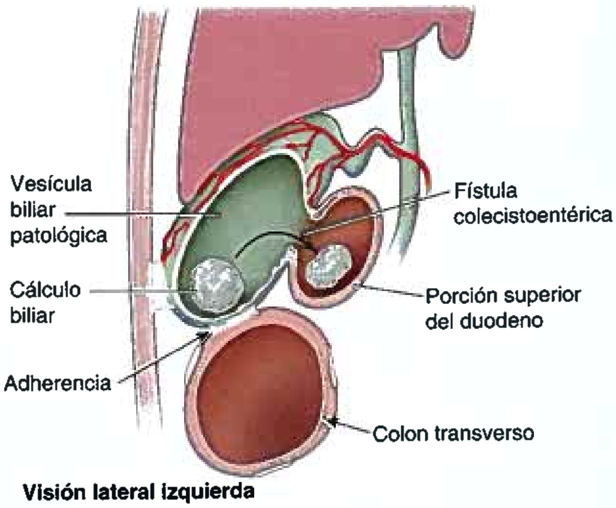

Vesícula biliar patológica
Cálculo biliar
Adherencia
Fístula colecistoentérica
Porción superior del duodeno
Colon transverso
Visión lateral izquierda

FIGURA C2-28.

rúrgica abierta. La arteria cística casi siempre se origina en la rama derecha de la arteria hepática propia en el **triángulo cistohepático** (triángulo de Calot) (v. figs. 2-72 y 2-74A). En la práctica clínica habitual, el triángulo cistohepático está limitado inferiormente por el conducto cístico, medialmente por el conducto hepático común y superiormente por la cara inferior del hígado. La disección cuidadosa del triángulo cistohepático al principio de la colecistectomía mantiene a salvo a estas importantes estructuras en caso de que haya variaciones anatómicas. Los errores durante la cirugía de la vesícula biliar suelen deberse a la incapacidad para reconocer las variaciones comunes en la anatomía del sistema biliar, especialmente en su vascularización. Antes de cortar cualquier estructura y extraer la vesícula biliar, los cirujanos identifican los tres conductos biliares, así como las arterias hepática y cística. Normalmente es la rama derecha de la arteria hepática propia la que se encuentra en peligro durante la cirugía, y debe localizarse antes de ligar la arteria cística.

Hipertensión portal

Cuando la cicatrización y la fibrosis de la cirrosis obstruyen la vena porta hepática en el hígado, aumenta la presión en la vena y sus tributarias y se produce una **hipertensión portal.** El gran volumen de sangre que fluye desde el sistema porta al sistema sistémico en las zonas de anastomosis portosistémicas hace que se formen *venas varicosas*, en especial en el esófago. Las venas pueden estar tan dilatadas que sus paredes pueden romperse y causar una hemorragia (v. fig. C2-7).

La hemorragia de las varices esofágicas (venas esofágicas dilatadas) en el extremo distal del esófago a menudo es grave y puede ser mortal. En casos de obstrucción portal grave, las venas de la pared anterior del abdomen (normalmente tributarias de la cava) que se anastomosan con las venas paraumbilicales pueden volverse varicosas y adoptar un aspecto similar a pequeñas serpientes que irradian bajo la piel que rodea al ombligo. Este cuadro se conoce como la *cabeza de medusa*, por su semejanza con las serpientes de la cabeza de Medusa, un personaje de la mitología griega (fig. C2-29).

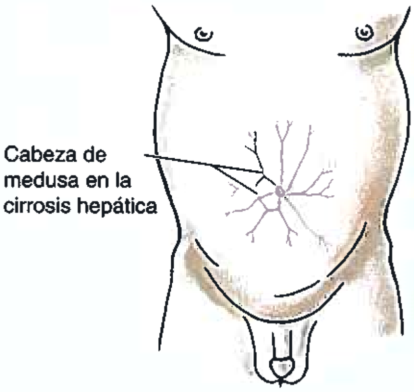


FIGURA C2-29.

Derivaciones portosistémicas

Un método común de reducción de la hipertensión portal es derivar la sangre del sistema venoso porta al sistema venoso sistémico mediante la creación de una comunicación entre la vena porta y la VCI. Esta *anastomosis portocava* o *derivación portosistémica* puede llevarse a cabo gracias a que estos vasos se encuentran cerca uno del otro, posteriores al hígado (fig. C2-30A a C). Otra forma de disminuir la presión portal es unir las venas esplénica y renal izquierda, después de efectuar una esplenectomía (*anastomosis* o *derivación esplenorrenal*) (fig. C2-30B a D) (Skandalakis *et al.*, 1995).

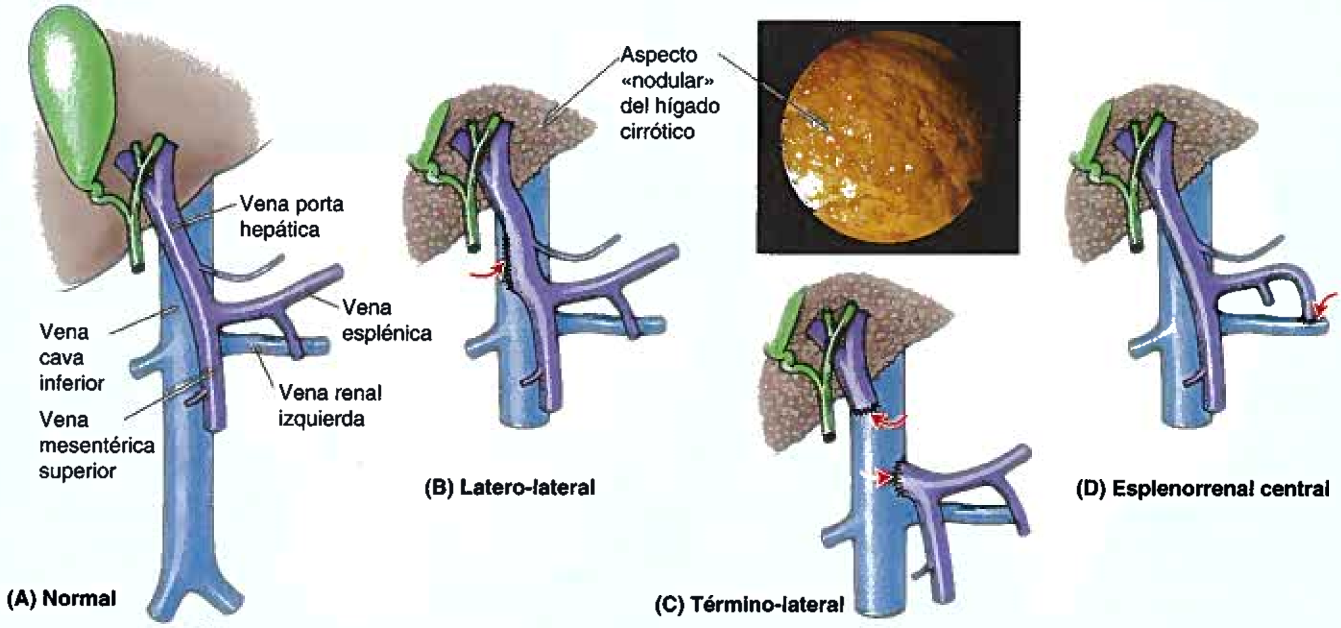


FIGURA C2-30. Derivaciones portosistémicas (*flechas rojas*).

Puntos fundamentales

BAZO Y PÁNCREAS

Bazo. El bazo es un órgano pulposo y muy vascularizado (sinusoidal), envuelto por una delicada cápsula fibroelástica. ◆ El bazo está completamente cubierto por peritoneo, excepto en el hilio esplénico, donde se insertan el ligamento esplenorrenal (que lleva los vasos esplénicos al bazo) y el ligamento gastroesplénico (que lleva los vasos gástricos cortos y los gastroomentales izquierdos hacia el estómago). ◆ El bazo normalmente tiene el tamaño aproximado del puño cerrado, aunque existe un grado considerable de variabilidad fisiológica. ◆ El bazo es el mayor órgano linfoide, pero no es imprescindible para la vida. ◆ Como reservorio de sangre, en general es capaz de una expansión y contracción pasajeras considerables, pero puede sufrir un agrandamiento crónico y mucho más intenso cuando se ve afectado por procesos patológicos. ◆ A pesar de que está protegido por las costillas 9.ª a 11.ª que lo cubren, el bazo, relativamente delicado, es el órgano abdominal más vulnerable a los traumatismos indirectos. ◆ Los golpes fuertes en el abdomen pueden provocar un brusco aumento de la presión intraabdominal que puede romper el bazo y causar una copiosa hemorragia intraperitoneal.

Páncreas. El páncreas es, a la vez, una glándula exocrina productora del jugo pancreático que se segrega en el duodeno para la digestión, y una glándula endocrina productora de insulina y glucagón que se liberan como hormonas en el torrente sanguíneo. ◆ El páncreas, secundariamente retroperitoneal, está compuesto por una cabeza, un proceso unciforme, cuello, cuerpo y cola. La cabeza, a la derecha de la AMS, está rodeada por el duodeno en forma de C y es atravesada por la parte final del conducto colédoco; su prolongación, el proceso unciforme, pasa posterior a la AMS. ◆ El cuello pasa anterior a la AMS y la VMS; esta última se fusiona en este lugar con la vena esplénica para formar la vena porta hepática. ◆ El cuerpo se sitúa a la izquierda de la AMS y discurre transversalmente a través de la pared posterior de la bolsa omental, cruzando anteriormente por encima del cuerpo vertebral de L2 y la aorta abdominal. ◆ La cola entra en el ligamento esplenorrenal cuando se acerca al hilio esplénico. ◆ La vena esplénica discurre paralela y posterior a la cola y al cuerpo, mientras se dirige desde el bazo a la vena porta hepática. ◆ El conducto pancreático principal sigue un curso similar en el espesor del páncreas, continuando transversalmente a través de la cabeza para fusionarse con el conducto colédoco para formar la ampolla hepatopancreática, que desemboca en la porción descendente del duodeno. ◆ Como glándula endocrina, el páncreas recibe una irrigación abundante desde las arterias pancreatoduodenal y esplénica. ◆ Aunque recibe fibras simpáticas vasomotoras y fibras parasimpáticas secretomotoras, la regulación de la secreción pancreática es fundamentalmente hormonal. ◆ El páncreas se encuentra protegido gracias a su localización central en el abdomen. Es raro que el páncreas exocrino provoque problemas clínicos, aunque la diabetes, que afecta al páncreas endocrino, es cada vez más frecuente.

HÍGADO, CONDUCTOS BILIARES, VESÍCULA BILIAR Y VENA PORTA HEPÁTICA

Hígado. El hígado desempeña varias funciones. ◆ Es nuestro mayor órgano metabólico; inicialmente recibe todos los nutrientes absorbidos, excepto las grasas. ◆ También es nuestra mayor glándula, ya que actúa como glándula intestinal extrínseca fabricando bilis. ◆ El hígado ocupa básicamente toda la cúpula derecha del diafragma y se extiende hasta el vértice de la cúpula izquierda. Por ello, disfruta de la protección de la caja torácica inferior y se mueve con los desplazamientos respiratorios. ◆ El hígado está dividido superficialmente por el ligamento falciforme y por un surco para el ligamento venoso en un gran lóbulo anatómico derecho y un lóbulo izquierdo mucho más pequeño; en su cara visceral existen formaciones que delimitan los lóbulos caudado y cuadrado. ◆ El hígado está recubierto por peritoneo excepto en su área desnuda, delimitada por reflexiones peritoneales que comprenden los ligamentos coronarios. ◆ Según las ramificaciones entrelazadas de la tríada portal (vena porta hepática, arteria hepática propia y conductos biliares intrahepáticos) y de las venas hepáticas, el parénquima continuo del hígado puede dividirse en lóbulos portales derecho e izquierdo (más el lóbulo caudado). ◆ El hígado puede dividirse adicionalmente en cuatro subdivisiones y luego en ocho segmentos hepáticos resecables quirúrgicamente. ◆ El hígado, como los pulmones, tiene una vascularización doble: el 75% a 80% de la sangre le llega a través de la vena porta hepática, y el 20% a 25% le llega a través de la arteria hepática propia, para dirigirse fundamentalmente a los elementos extraparenquimatosos. La vena porta hepática y la arteria hepática propia entran en el hígado a través del porta hepático, donde salen los conductos hepáticos. ◆ Tres grandes venas hepáticas drenan directamente en la VCI, incluida en el área desnuda del hígado. ◆ El hígado también es el mayor órgano productor de linfa del organismo. Su cara visceral drena a través de una vía abdominal, y su cara diafragmática drena a través de una vía torácica.

Conductos biliares y vesícula biliar. Los conductos hepáticos derecho e izquierdo drenan la bilis producida por los lóbulos portales derecho e izquierdo en el conducto hepático común, que por tanto transporta toda la bilis procedente del hígado. ◆ El conducto hepático común se fusiona con el conducto cístico para formar el conducto colédoco, que transporta la bilis hasta la porción descendente del duodeno. ◆ Cuando el esfínter del conducto colédoco está cerrado, la bilis retrocede hacia los conductos colédoco y cístico, y llena la vesícula biliar, donde se almacena y concentra entre comidas. ◆ Aunque la inervación parasimpática puede abrir el esfínter del conducto colédoco (y el esfínter, más débil, de la ampolla hepatopancreática) y contraer la vesícula biliar, en general estas acciones son respuestas reguladas hormonalmente a la entrada de grasa en el duodeno, que provocan el vaciado en éste de la bilis acumulada. ◆ La vesícula biliar, con forma de pera, está fijada a la cara visceral del hígado, y su fondo se proyecta desde el borde inferior del hígado hacia la pared anterior del abdomen en la intersección entre el plano transpilórico y la LMC derecha. ◆ La vesícula biliar, el conducto cístico y la porción más superior del conducto colédoco son irrigados por la arteria cística, una rama que se origina en la rama derecha de la arteria hepática propia, dentro del triángulo cistohepático. ◆ Además de drenar a través de las venas císticas que acompañan a la arteria cística y desembocan en la vena porta hepática, las venas del fondo y del cuerpo forman un minisistema porta que drena directamente en los sinusoides hepáticos profundos a la cara visceral del hígado.

Vena porta hepática. La vena porta hepática, grande pero corta, se forma posterior al cuello del páncreas por la unión de la VMS y la vena esplénica, y transporta toda la sangre venosa y los nutrientes que se encuentran en la sangre desde el tubo digestivo hasta el hígado. ♦ La vena porta hepática finaliza en el porta hepático, bifurcándose en ramas derecha e izquierda que se distribuyen con un patrón segmentario por los lóbulos portales derecho e izquierdo. ♦ La vena porta hepática atraviesa el ligamento hepatoduodenal (borde libre del omento menor y límite anterior del orificio omental) formando parte de una tríada portal extrahepática (vena porta hepática, arteria hepática propia y conducto colédoco). ♦ Las anastomosis portosistémicas proporcionan una vía colateral por donde la sangre puede llegar al corazón cuando existe una obstrucción de la vena porta hepática o una enfermedad del hígado. Sin embargo, cuando las vías colaterales tienen que transportar grandes volúmenes de sangre, pueden desarrollarse varices esofágicas, potencialmente mortales.

Riñones, uréteres y glándulas suprarrenales

Los *riñones* producen orina que es transportada por los *uréteres* a la *vejiga urinaria*, en la pelvis. La cara superomedial de cada riñón normalmente está en contacto con una *glándula suprarrenal*. Un débil tabique de fascia separa estas glándulas de los riñones, por lo que en realidad no están unidos entre sí (v. fig. 2-76). Las glándulas suprarrenales actúan como parte del sistema endocrino, con una función completamente distinta de la de los riñones. Los órganos urinarios superiores (riñones y uréteres) sus vasos y las glándulas suprarrenales son estructuras primariamente retroperitoneales situadas en

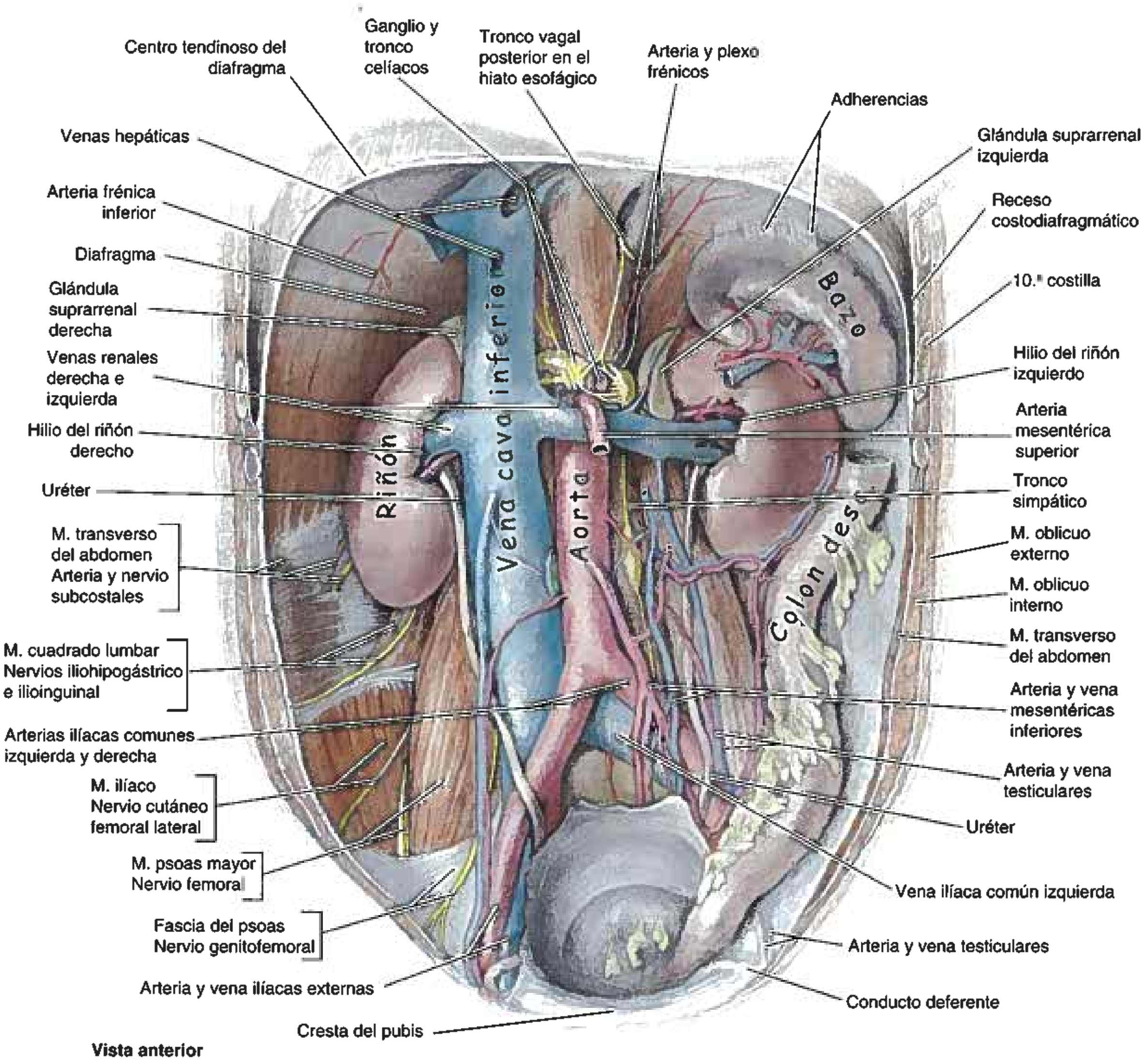
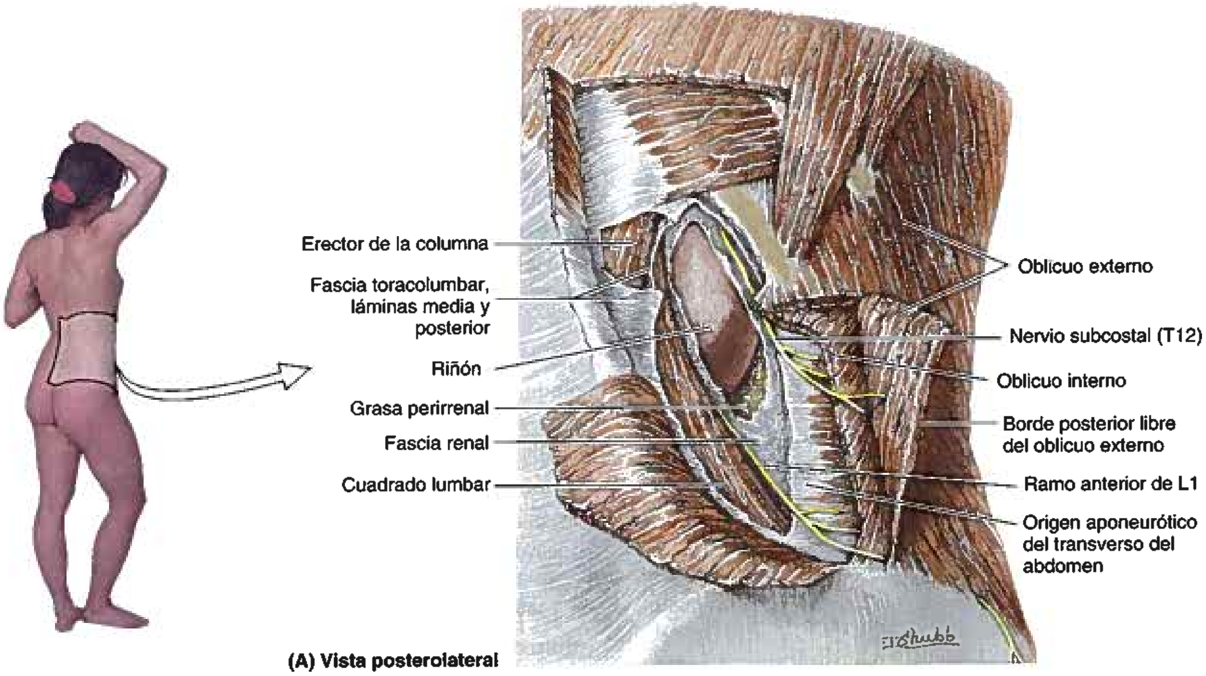

Centro tendinoso del diafragma
Ganglio y tronco celíacos
Tronco vagal posterior en el hiato esofágico
Arteria y plexo frénicos
Adherencias
Venas hepáticas
Arteria frénica inferior
Diafragma
Glándula suprarrenal derecha
Venas renales derecha e izquierda
Hilio del riñón derecho
Uréter
M. transverso del abdomen
Arteria y nervio subcostales
M. cuadrado lumbar
Nervios iliohipogástrico e ilioinguinal
Arterias ilíacas comunes izquierda y derecha
M. ilíaco
Nervio cutáneo femoral lateral
M. psoas mayor
Nervio femoral
Fascia del psoas
Nervio genitofemoral
Arteria y vena ilíacas externas
Cresta del pubis
Vista anterior
Riñón
Vena cava inferior
Aorta
Bazo
Colon des
Glándula suprarrenal izquierda
Receso costodiafragmático
10.ª costilla
Hilio del riñón izquierdo
Arteria mesentérica superior
Tronco simpático
M. oblicuo externo
M. oblicuo interno
M. transverso del abdomen
Arteria y vena mesentéricas inferiores
Arteria y vena testiculares
Uréter
Vena ilíaca común izquierda
Arteria y vena testiculares
Conducto deferente

FIGURA 2-76. Pared posterior del abdomen. Se observan los grandes vasos, los riñones y las glándulas suprarrenales. En esta vista se ha eliminado la mayor parte de la fascia. El uréter cruza la arteria ilíaca externa justo después de la bifurcación de la ilíaca común. Las arterias gonadales (arterias testiculares, en el hombre de la ilustración, o arterias ováricas en la mujer) cruzan anteriores a los uréteres y emiten ramas ureterales hacia ellos. Las arterias renales no se ven porque quedan posteriores a las venas renales. La arteria mesentérica superior se origina cranealmente a la vena renal izquierda y cruza anterior a ella, comprimiéndola contra la aorta abdominal que se encuentra posterior.

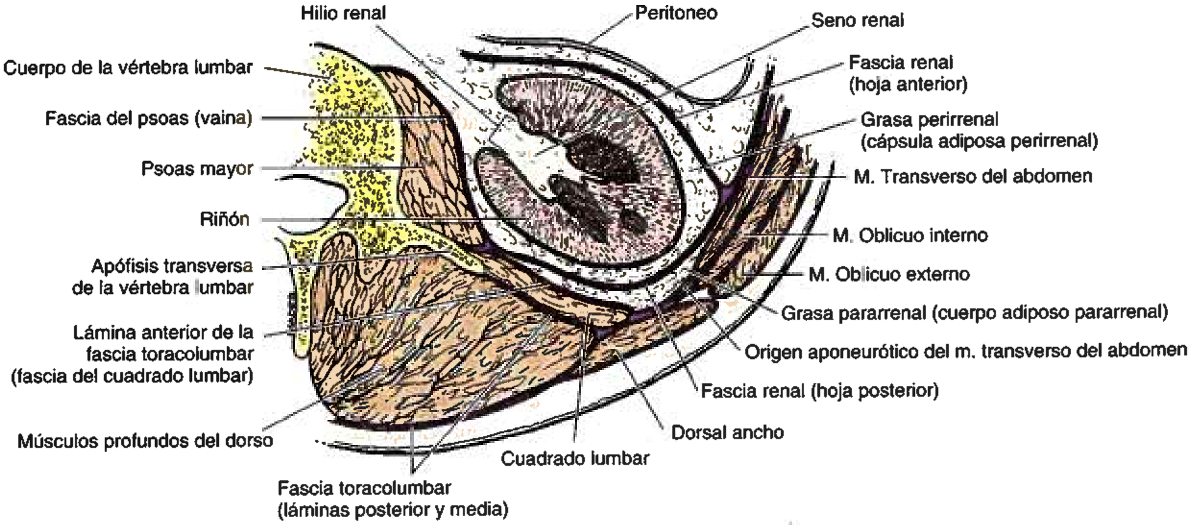
la pared posterior del abdomen (fig. 2-76), es decir, se formaron originalmente y siguen siendo vísceras retroperitoneales.

La **cápsula adiposa** (grasa perirrenal) rodea al riñón y sus vasos, y se continúa con la grasa del **seno renal** (fig. 2-77), en su centro hueco. Los riñones, las glándulas suprarrenales y la cápsula adiposa que los rodea están recubiertos (excepto inferiormente) por una lámina condensada, membranosa, de la **fascia renal,** que se continúa medialmente para envolver los vasos renales, fusionándose con las vainas vasculares de éstos. Inferomedialmente, la fascia renal se prolonga a lo largo de los uréteres como la fina **fascia periureteral.** Externo a la fascia renal está el **cuerpo adiposo pararrenal** (grasa pararrenal), la grasa extraperitoneal de la región lumbar, que es más evidente posterior al riñón. La fascia renal envía haces de colágeno a través del cuerpo adiposo pararrenal.

Los haces de colágeno, la fascia renal y la grasa perirrenal y pararrenal, junto al anclaje que suponen los vasos renales y el uréter, mantienen a los riñones en una posición relativamente fija. Sin embargo, los riñones se mueven durante la respiración y cuando se pasa del decúbito supino a la posición bípeda, y viceversa. La movilidad renal normal es de unos 3 cm, aproximadamente la altura de


Erector de la columna
Fascia toracolumbar, láminas media y posterior
Riñón
Grasa perirrenal
Fascia renal
Cuadrado lumbar
Oblicuo externo
Nervio subcostal (T12)
Oblicuo interno
Borde posterior libre del oblicuo externo
Ramo anterior de L1
Origen aponeurótico del transverso del abdomen
Chubb

(A) Vista posterolateral


Hilio renal
Peritoneo
Seno renal
Cuerpo de la vértebra lumbar
Fascia renal (hoja anterior)
Fascia del psoas (vaina)
Grasa perirrenal (cápsula adiposa perirrenal)
Psoas mayor
M. Transverso del abdomen
Riñón
M. Oblicuo interno
Apófisis transversa de la vértebra lumbar
M. Oblicuo externo
Grasa pararrenal (cuerpo adiposo pararrenal)
Lámina anterior de la fascia toracolumbar (fascia del cuadrado lumbar)
Origen aponeurótico del m. transverso del abdomen
Fascia renal (hoja posterior)
Músculos profundos del dorso
Dorsal ancho
Cuadrado lumbar
Fascia toracolumbar (láminas posterior y media)

(B) Corte transversal, vista inferior

FIGURA 2-77. Abordaje lumbar al riñón y relaciones musculoaponeuróticas del riñón. A. Superficie externa de la pared posterior derecha del abdomen. Se ha practicado una incisión en la pared posterolateral del abdomen entre los músculos de la pared anterolateral del abdomen y los músculos del dorso. Se han expuesto el riñón y la grasa perirrenal que lo rodea dentro de la fascia renal. En la figura 2-95A puede verse un estadio previo de esta disección. **B.** Corte transversal del riñón que muestra las relaciones de músculos y fascias. Debido a que la fascia renal rodea al riñón como una hoja separada, debe seccionarse en cualquier intervención quirúrgica del riñón, tanto si el abordaje es anterior como posterior.

un cuerpo vertebral. Superiormente, la fascia renal se continúa con la fascia diafragmática en la cara inferior del diafragma; por tanto, la principal fijación de las glándulas suprarrenales se realiza con el diafragma. Inferiormente, las hojas anterior y posterior de la fascia renal están unidas laxamente, si es que llegan a hacerlo (v. los cuadros azules «Absceso perinéfrico» y «Nefroptosis», p. 298.)

RIÑONES

Los **riñones** eliminan de la sangre el exceso de agua, sales y desechos del metabolismo de las proteínas, y devuelve al torrente sanguíneo los nutrientes y las sustancias químicas necesarias. Se sitúan retroperitonealmente en la pared posterior del abdomen, uno a cada lado de la columna vertebral al nivel de las vértebras T12-L3 (fig. 2-76).

En el borde medial cóncavo de cada riñón hay una escotadura vertical, el **hilio renal** (figs. 2-76 y 2-77B). El hilio renal es la entrada a un espacio dentro del riñón, el **seno renal.** Las estructuras que entran y salen de los riñones (vasos, nervios y estructuras que drenan la orina de los riñones) cruzan el seno renal a través del hilio renal. El hilio del riñón izquierdo se encuentra cerca del plano transpilórico, aproximadamente a 5 cm del plano medio (fig. 2-78). El plano transpilórico pasa a través del polo superior del riñón derecho, que se encuentra aproximadamente 2,5 cm más abajo que el polo izquierdo, probablemente debido a su relación con el hígado. Posteriormente, las porciones superiores de los riñones se sitúan profundas respecto a las costillas 11.ª y 12.ª. Los niveles de los riñones se modifican durante la respiración y con los cambios de posición del cuerpo. Cada riñón se desplaza 2-3 cm en dirección vertical durante el movimiento del diafragma que se produce al respirar profundamente. Como el abordaje quirúrgico habitual de los riñones es por la pared posterior del abdomen, resulta útil tener presente que el polo inferior del riñón derecho se encuentra aproximadamente un través de dedo por encima de la cresta ilíaca.

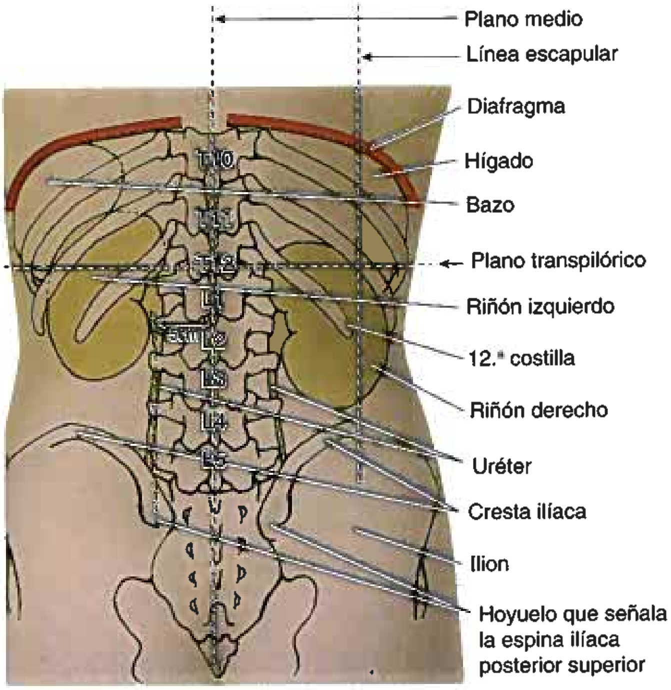


FIGURA 2-78. Anatomía de superficie de los riñones y la porción abdominal de los uréteres.

En vida, los riñones tienen un color marrón rojizo y miden aproximadamente 10 cm de largo, 5 cm de ancho y 2,5 cm de grosor. Superiormente, las caras posteriores de los riñones se relacionan con el diafragma, que los separa de las cavidades pleurales y del 12.° par de costillas (v. fig. 2-76). Más inferiormente, la cara posterior del riñón se relaciona con los músculos psoas mayor medialmente y con el cuadrado lumbar (v. figs. 2-76 y 2-77). (V. el cuadro azul «Dolor en la región pararrenal», p. 298.) El nervio y los vasos subcostales, y los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal, descienden en diagonal y atraviesan las caras posteriores de los riñones. El hígado, el duodeno y el colon ascendente son anteriores al riñón derecho (figs. 2-75B y 2-79). Este riñón está separado del hígado por el *receso hepatorrenal*. El riñón izquierdo se relaciona con el estómago, el bazo, el páncreas, el yeyuno y el colon descendente.

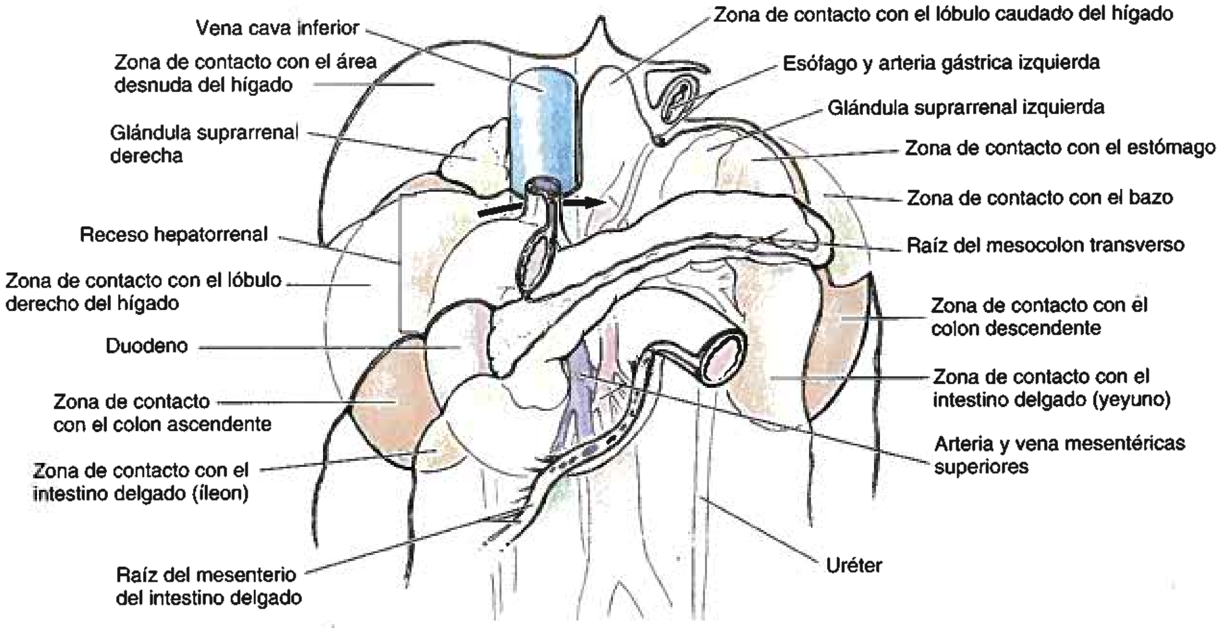
En el hilio, la *vena renal* es anterior a la *arteria renal*, que a su vez es anterior a la pelvis renal (figs. 2-76 y 2-80A). Dentro del rinón, el seno renal está ocupado por la pelvis, cálices, vasos y nervios renales, y una cantidad variable de grasa (fig. 2-80C y D). Cada riñón tiene unas caras anterior y posterior, unos bordes medial y lateral, y unos polos superior e inferior. Sin embargo, debido a la protrusión de la columna vertebral lumbar en la cavidad abdominal, los riñones se sitúan oblicuamente, formando un ángulo entre sí (v. fig. 2-77B). Por ello, el diámetro transversal del riñón aparece acortado en las vistas anteriores (v. fig. 2-76A) y en las radiografías anteroposteriores (fig. 2-81). El lateral de cada riñón es convexo y el borde medial es cóncavo en la zona donde se localizan el seno y la pelvis renales. El borde medial indentado da al riñón un aspecto similar a una judía.

La **pelvis renal** es la expansión aplanada y en embudo del extremo superior del uréter (figs. 2-80B a D, 2-81 y 2-82). El **vértice de la pelvis renal** se continúa con el uréter. La pelvis renal recibe dos o tres **cálices mayores,** cada uno de los cuales se divide en dos o tres **cálices menores.** Cada cáliz menor está indentado por una **papila renal,** el vértice de la *pirámide renal,* desde donde se excreta la orina. En los sujetos vivos, la pelvis renal y sus cálices suelen estar colapsados (vacíos). Las pirámides y la corteza a ellas asociada forman los lóbulos del riñón. Estos lóbulos son visibles en las superficies externas de los riñones en los fetos, y pueden seguir apreciándose durante algún tiempo después del nacimiento.

URÉTERES

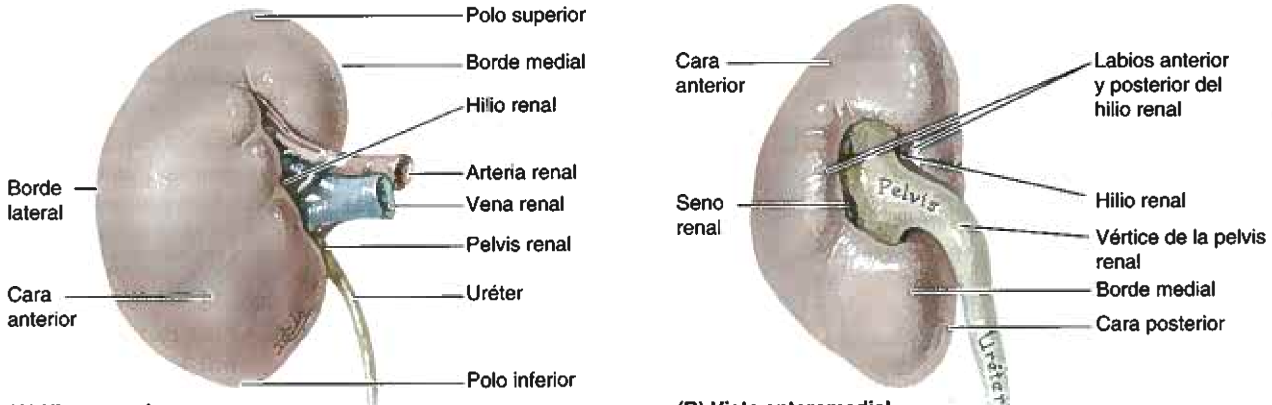
Los **uréteres** son conductos musculares (cuya longitud es de 25 a 30 cm) con una luz estrecha, que transportan la orina de los riñones a la vejiga urinaria (figs. 2-76 y 2-82). Los uréteres discurren inferiormente desde los vértices de las pelvis renales en los hilios de los riñones, y pasan sobre la línea terminal al nivel de la bifurcación de las arterias ilíacas comunes. Luego discurren a lo largo de la pared lateral de la pelvis y entran en la vejiga urinaria.

Las porciones abdominales de los uréteres se adhieren estrechamente al peritoneo parietal y son retroperitoneales a lo largo de su recorrido. En el dorso, la marca de superficie del uréter es una línea que une un punto situado 5 cm lateralmente a la apófisis espinosa de L1 y la espina ilíaca posterior superior (v. fig. 2-78).

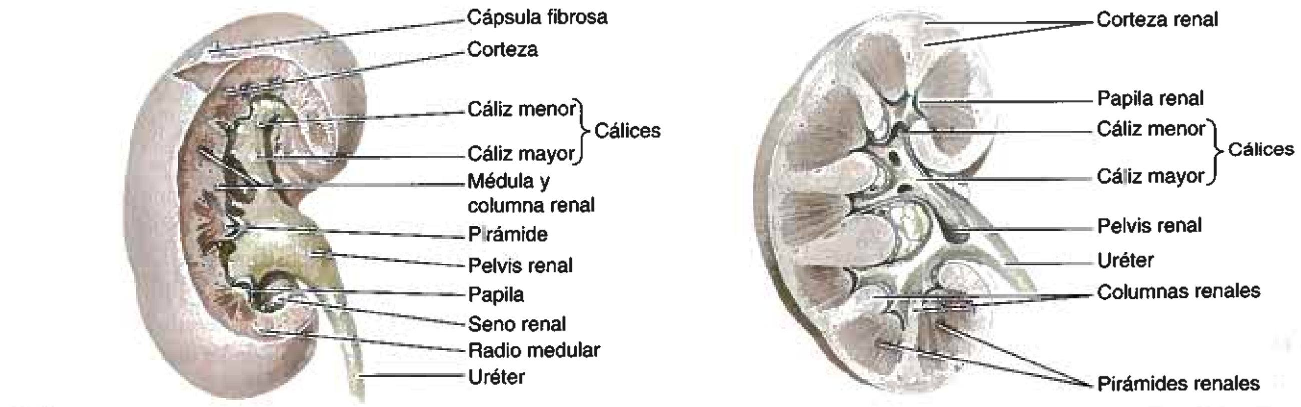

Vena cava inferior
Zona de contacto con el área desnuda del hígado
Glándula suprarrenal derecha
Receso hepatorrenal
Zona de contacto con el lóbulo derecho del hígado
Duodeno
Zona de contacto con el colon ascendente
Zona de contacto con el intestino delgado (íleon)
Raíz del mesenterio del intestino delgado
Zona de contacto con el lóbulo caudado del hígado
Esófago y arteria gástrica izquierda
Glándula suprarrenal izquierda
Zona de contacto con el estómago
Zona de contacto con el bazo
Raíz del mesocolon transverso
Zona de contacto con el colon descendente
Zona de contacto con el intestino delgado (yeyuno)
Arteria y vena mesentéricas superiores
Uréter

Vista anterior

FIGURA 2-79. Relaciones de los riñones, las glándulas suprarrenales, el páncreas y el duodeno. La glándula suprarrenal derecha se encuentra a nivel del orifico omental *(flecha)*.

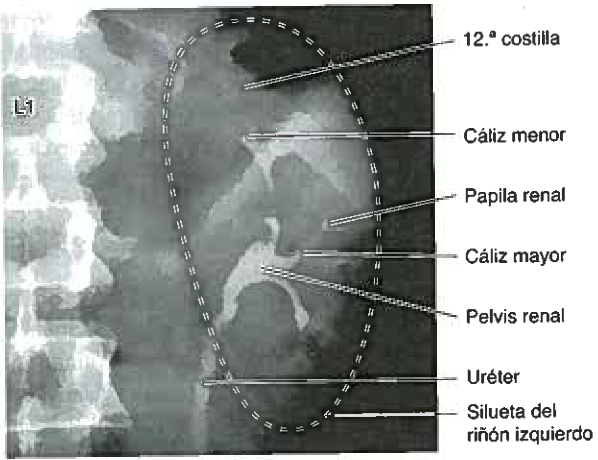

Polo superior
Borde medial
Hilio renal
Arteria renal
Vena renal
Pelvis renal
Uréter
Polo inferior
Borde lateral
Cara anterior
Cara anterior
Seno renal
Pelvis
Uréter
Labios anterior y posterior del hilio renal
Hilio renal
Vértice de la pelvis renal
Borde medial
Cara posterior

(A) Vista anterior **(B) Vista anteromedial**


Cápsula fibrosa
Corteza
Cáliz menor
Cáliz mayor
Cálices
Médula y columna renal
Pirámide
Pelvis renal
Papila
Seno renal
Radio medular
Uréter
Corteza renal
Papila renal
Cáliz menor
Cáliz mayor
Cálices
Pelvis renal
Uréter
Columnas renales
Pirámides renales

(C) Vista anterior que muestra los cálices **(D) Vista anterior, corte coronal**

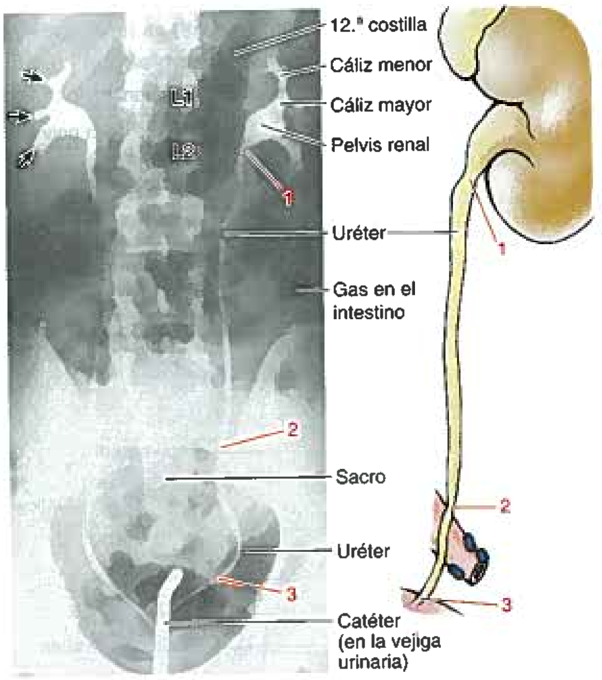
FIGURA 2-80. Aspecto externo e interno de los riñones. A. Riñón derecho. **B.** Seno renal, visto desde el hilio renal. **C.** Se ha seccionado el labio anterior del hilio renal para exponer la pelvis y los cálices renales dentro del seno renal. **D.** Corte coronal del riñón que muestra la estructura interna del órgano. Las pirámides renales contienen los túbulos colectores y constituyen la médula renal. La corteza renal contiene los corpúsculos renales.



Proyección anteroposterior

FIGURA 2-81. Urografía intravenosa (pielografía). El medio de contraste inyectado por vía intravenosa ha sido concentrado y excretado por los riñones. Proyección anteroposterior que muestra los cálices, la pelvis renal y el uréter, perfilados por el medio de contraste que llena su luz. (Por cortesía del Dr. John Campbell, Department of Medical Imaging, Sunnybrook Medical Centre, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

Los uréteres ocupan un plano sagital que cruza los extremos de las apófisis transversas de las vértebras lumbares. Si se observan los uréteres radiográficamente utilizando un medio de contraste (figs. 2-81 y 2-82), normalmente se aprecian unos estrechamientos relativos en tres lugares: *1*) en la unión de los uréteres y las pelvis renales; 2) en la zona donde los uréteres cruzan el borde de la abertura superior de la pelvis, y 3) durante su paso a través de la pared de la vejiga urinaria (fig. 2-82). Estos estrechamientos son posibles lugares de obstrucción por cálculos ureterales (renales).



(A) Pielografía anteroposterior (B)

FIGURA 2-82. Estrechamientos normales de los uréteres observables en una pielografía retrógrada. A. Se ha inyectado medio de contraste en los uréteres mediante un endoscopio flexible (uretroscopio) situado en la vejiga urinaria. Las *flechas* indican la protrusión de las papilas en los cálices menores. **B.** Localización habitual de los estrechamientos relativos de los uréteres: (1) en la unión ureteropélvica, (2) al cruzar la arteria ilíaca externa y/o la línea terminal de la pelvis, y (3) cuando el uréter atraviesa la pared de la vejiga urinaria.

Son bastante frecuentes las anomalías congénitas de los riñones y los uréteres. (V. el cuadro azul «Anomalías congénitas de los riñones y los uréteres», p. 299.)

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Las **glándulas suprarrenales (adrenales),** de color amarillento en el individuo vivo, se localizan entre la cara superomedial de los riñones y el diafragma (fig. 2-83), donde están rodeadas por tejido conectivo que contiene abundante grasa perirrenal. Las glándulas están rodeadas por la fascia renal, mediante la cual se unen a los *pilares del diafragma*. Aunque el nombre «suprarrenal» implica que los riñones son sus relaciones más importantes, la principal inserción de la glándula se da con los pilares del diafragma. Están separadas de los riñones por un delgado tabique (que forma parte de la fascia renal —v. el cuadro azul «Trasplante renal», p. 298).

La forma y las relaciones de las glándulas suprarrenales difieren en ambos lados. La *glándula derecha,* de forma *piramidal,* es más apical (situada sobre el polo superior) respecto al riñón izquierdo, se sitúa anterolateral al diafragma y está en contacto con la VCI anteromedialmente (v. fig. 2-79) y con el hígado anterolateralmente. La *glándula izquierda,* de forma *semilunar,* es medial a la mitad superior del riñón izquierdo y se relaciona con el bazo, el estómago, el páncreas y el pilar izquierdo del diafragma.

Cada glándula suprarrenal tiene un *hilio* por el cual abandonan la glándula las venas y los vasos linfáticos, mientras que las arterias y los nervios entran en ella por numerosos puntos. Los bordes mediales de las glándulas suprarrenales se encuentran a 4-5 cm de distancia. En esta zona se hallan, de derecha a izquierda, la VCI, el pilar derecho del diafragma, el ganglio celíaco, el tronco celíaco, la AMS y el pilar izquierdo del diafragma.

Las glándulas suprarrenales tienen dos partes: la *corteza* y la *médula suprarrenales* (fig. 2-83, *recuadro*). Estas partes tienen orígenes embrionarios diferentes y distintas funciones.

La **corteza suprarrenal** procede del mesodermo y secreta corticoesteroides y andrógenos. Estas hormonas hacen que el riñón retenga sodio y agua en respuesta al estrés, aumentando el volumen y la presión de la sangre. También afectan a los músculos, y a órganos como el corazón y los pulmones.

La **médula suprarrenal** es una masa de tejido nervioso invadida por capilares y sinusoides, que deriva de las *células de la cresta neural* y está asociada con el sistema nervioso simpático (v. fig. 2-87). Las *células cromafines* de la médula están relacionadas con las neuronas ganglionares simpáticas (postsinápticas), tanto por su origen (células de la cresta neural) como por su función. Estas células segregan catecolaminas (principalmente adrenalina) al torrente sanguíneo en respuesta a estímulos de las neuronas presinápticas. Las potentes hormonas medulares, la adrenalina y la noradrenalina, activan el organismo preparándolo para la huída o la lucha en respuesta al estrés traumático. También aumentan la frecuencia cardíaca y la tensión arterial, dilatan los bronquios y modifican los patrones de flujo sanguíneo, preparando al cuerpo para el ejercicio físico.

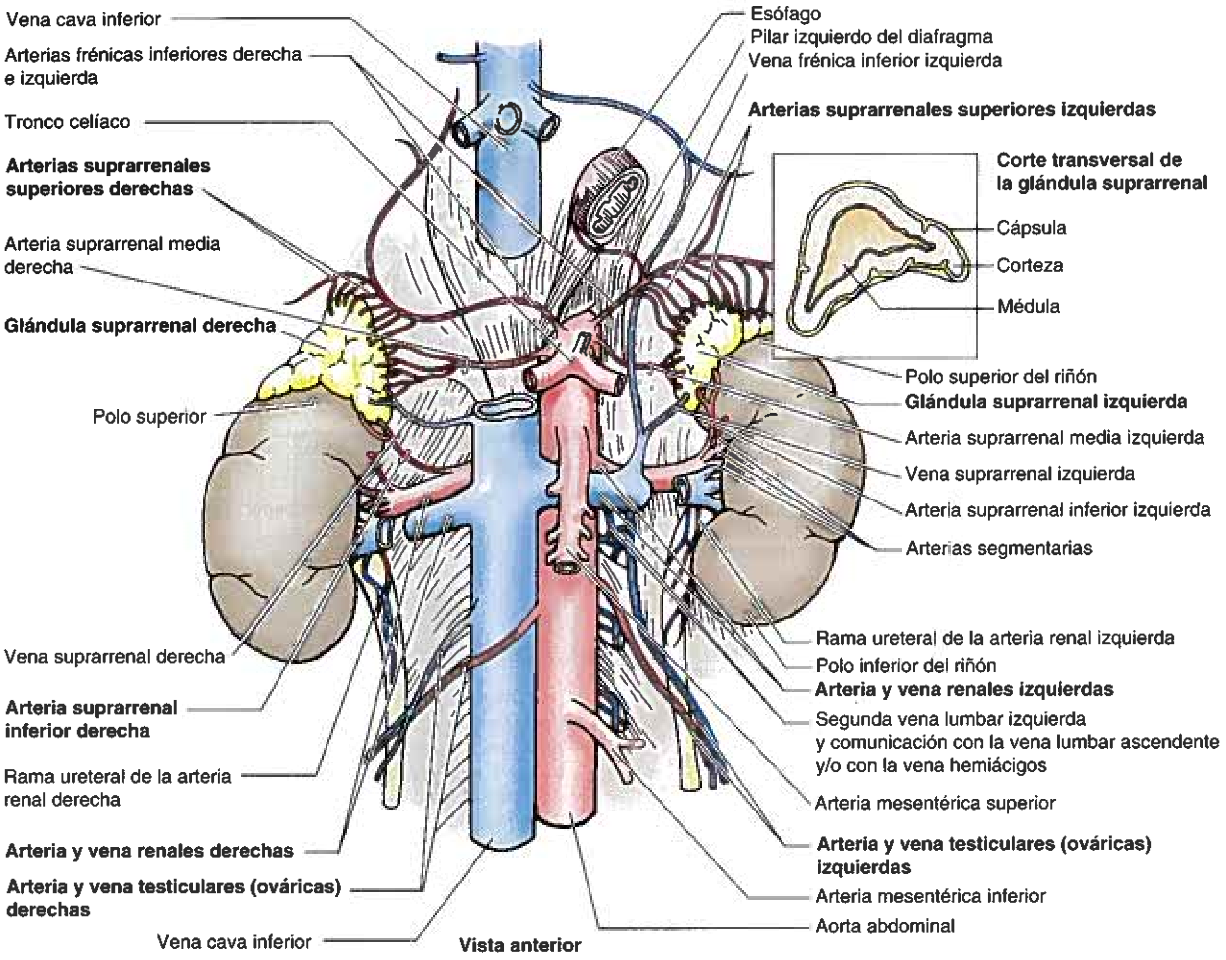

Vena cava inferior
Arterias frénicas inferiores derecha e izquierda
Tronco celíaco
Arterias suprarrenales superiores derechas
Arteria suprarrenal media derecha
Glándula suprarrenal derecha
Polo superior
Vena suprarrenal derecha
Arteria suprarrenal inferior derecha
Rama ureteral de la arteria renal derecha
Arteria y vena renales derechas
Arteria y vena testiculares (ováricas) derechas
Vena cava inferior
Vista anterior
Esófago
Pilar izquierdo del diafragma
Vena frénica inferior izquierda
Arterias suprarrenales superiores izquierdas
Corte transversal de la glándula suprarrenal
Cápsula
Corteza
Médula
Polo superior del riñón
Glándula suprarrenal izquierda
Arteria suprarrenal media izquierda
Vena suprarrenal izquierda
Arteria suprarrenal inferior izquierda
Arterias segmentarias
Rama ureteral de la arteria renal izquierda
Polo inferior del riñón
Arteria y vena renales izquierdas
Segunda vena lumbar izquierda y comunicación con la vena lumbar ascendente y/o con la vena hemiácigos
Arteria mesentérica superior
Arteria y vena testiculares (ováricas) izquierdas
Arteria mesentérica inferior
Aorta abdominal

FIGURA 2-83. **Vascularización de las glándulas suprarrenales, los riñones y la porción superior de los uréteres.** Se ha eliminado el plexo celíaco de nervios y ganglios que rodean el tronco celíaco. La vena cava inferior se ha seccionado transversalmente y la parte superior se ha desplazado cranealmente desde su posición normal, para mostrar las arterias que pasan por detrás suyo. Se han seccionado las venas renales para poder desplazar lateralmente los riñones. Las relaciones normales de los riñones y las glándulas suprarrenales con los grandes vasos pueden verse en la fig. 2-76. El corte transversal de la glándula suprarrenal *(recuadro)* muestra que se compone de dos partes diferenciadas, la corteza y la médula, que son dos glándulas endocrinas distintas que adquirieron una estrecha relación durante el desarrollo embrionario.

VASOS Y NERVIOS DE LOS RIÑONES, LOS URÉTERES Y LAS GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Arterias y venas renales. Las *arterias renales* se originan al nivel del disco intervertebral entre las vértebras L1 y L2 (figs. 2-83 y 2-84). La **arteria renal derecha,** más larga, pasa posterior a la VCI. Característicamente, cada arteria se divide cerca del hilio en cinco *arterias segmentarias* que son arterias terminales; es decir, no se anastomosan significativamente con otras arterias segmentarias, de forma que el área irrigada por cada arteria segmentaria constituye una unidad independiente, resecable quirúrgicamente, el **segmento renal**. Las arterias segmentarias se distribuyen hacia los segmentos del riñón de la forma siguiente (fig. 2-85):

- El segmento superior (apical) está irrigado por la **arteria segmentaria superior (apical);** los segmentos anterosuperior y anteroinferior están irrigados por las **arterias segmentarias anterosuperior** y **anteroinferior;** el segmento inferior está irrigado por la **arteria segmentaria inferior.** Estas arterias se originan en la rama anterior de la arteria renal.
- La **arteria segmentaria posterior,** que se origina en una prolongación de la rama posterior de la arteria renal, irriga el segmento posterior del riñón.

Es frecuente que haya varias arterias renales, que normalmente entran en el hilio renal (fig. 2-84). Puede haber arterias renales extrahiliares, procedentes de la arteria renal de la aorta, que penetran por la superficie externa del riñón, normalmente en sus polos (las «arterias polares» —v. el cuadro azul «Vasos renales accesorios», p. 298).

Varias *venas renales* drenan los riñones y se unen de forma variable para formar las **venas renales derecha** e **izquierda.** Las venas renales derecha e izquierda se sitúan anteriores a las arterias renales derecha e izquierda. La vena renal izquierda, más larga, recibe a la *vena suprarrenal izquierda*, la *vena gonadal (testicular u ovárica) izquierda*, y una comunicación con la *vena lumbar ascendente*, y a continuación cruza el ángulo agudo entre la AMS anteriormente y la aorta posteriormente (v. el cuadro azul «Síndrome de atrapamiento de la vena renal», p. 298). Cada vena renal drena en la VCI.

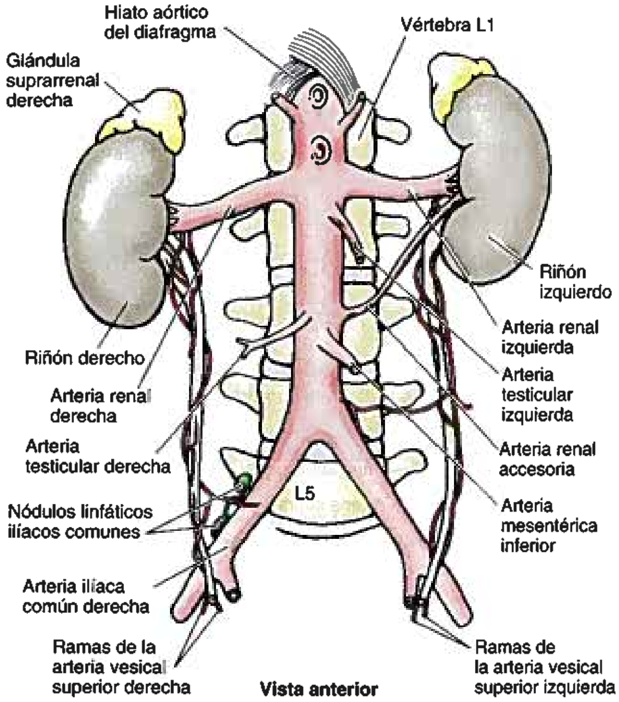

Hiato aórtico del diafragma
Vértebra L1
Glándula suprarrenal derecha
Riñón izquierdo
Arteria renal izquierda
Arteria testicular izquierda
Arteria renal accesoria
Riñón derecho
Arteria renal derecha
Arteria testicular derecha
L5
Nódulos linfáticos ilíacos comunes
Arteria mesentérica inferior
Arteria ilíaca común derecha
Ramas de la arteria vesical superior derecha
Vista anterior
Ramas de la arteria vesical superior izquierda

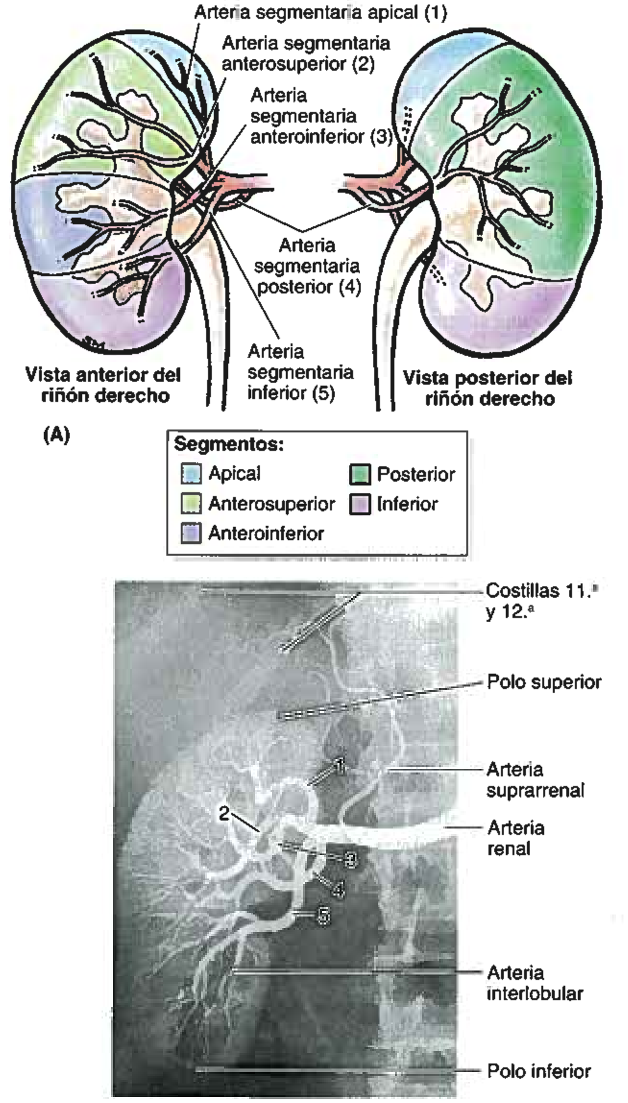
FIGURA 2-84. Vascularización arterial de los riñones y los uréteres. La aorta abdominal se encuentra por delante de los cuerpos vertebrales de L1 a L4, generalmente justo a la izquierda de la línea media. Se aprecia una arteria renal izquierda accesoria.

Irrigación arterial y drenaje venoso de los uréteres. De las *arterias renales* nacen de manera homogénea *ramas arteriales para la porción abdominal del uréter*, y hay otras ramas menos constantes, procedentes de la *arteria testicular* u *ovárica*, la *aorta abdominal* y las *arterias ilíacas comunes* (v. fig. 2-84). Las ramas se aproximan a los uréteres medialmente y se dividen en ramas ascendentes y descendentes, formando una anastomosis longitudinal en la pared del uréter. Sin embargo, las ramas ureterales son pequeñas y relativamente delicadas, y su interrupción puede provocar isquemia a pesar del conducto anastomótico continuo que forman. En intervenciones sobre la región posterior del abdomen, los cirujanos están especialmente atentos a la localización de los uréteres y tienen la precaución de no retraerlos lateralmente ni de forma innecesaria. Las arterias que irrigan la porción pélvica de los uréteres se comentan en el capítulo 3.

Las *venas que drenan la porción abdominal de los uréteres* drenan en las venas renales y gonadales (testiculares u ováricas) (v. fig. 2-83).

Arterias y venas suprarrenales. La función endocrina de las glándulas suprarrenales requiere una vascularización abundante. Las arterias suprarrenales se ramifican libremente antes de entrar en la glándula, de forma que 50 a 60 ramas penetran en la cápsula que cubre toda la superficie de las glándulas. Las arterias suprarrenales proceden de tres fuentes (fig. 2-83):

- **Arterias suprarrenales superiores** (6 a 8), de las *arterias frénicas inferiores*.
- **Arterias suprarrenales medias** (0 o 1), de la *aorta abdominal*, cerca del origen de la AMS.
- **Arterias suprarrenales inferiores** (0 o 1), de las *arterias renales*.


Arteria segmentaria apical (1)
Arteria segmentaria anterosuperior (2)
Arteria segmentaria anteroinferior (3)
Arteria segmentaria posterior (4)
Arteria segmentaria inferior (5)
Vista anterior del riñón derecho
Vista posterior del riñón derecho
(A)
Segmentos:
▨ Apical
🟩 Posterior
▨ Anterosuperior
▨ Inferior
▨ Anteroinferior
Costillas 11.ª y 12.ª
Polo superior
1
2
3
4
5
Arteria suprarrenal
Arteria renal
Arteria interlobular
Polo inferior

(B) Arteriografía anteroposterior

FIGURA 2-85. Segmentos y arterias segmentarias de los riñones. A. Los cinco segmentos y arterias segmentarias renales. (Los números entre paréntesis identifican las arterias de **B.**) **B.** Arteriografía renal (1-5, arterias segmentarias renales). Mientras que las venas del riñón se anastomosan libremente, las arterias segmentarias son arterias terminales. (**B** por cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

El *drenaje venoso de la glándula suprarrenal* se realiza en la gran *vena suprarrenal*. La **vena suprarrenal derecha,** corta, drena en la VCI, mientras que la **vena suprarrenal izquierda,** más larga, a menudo se une a la *vena frénica inferior* y desemboca en la vena renal izquierda.

Linfáticos de los riñones, los uréteres y las glándulas suprarrenales. Los *vasos linfáticos renales* acompañan a las venas renales y drenan en los *nódulos linfáticos lumbares derecho* e *izquierdo* (*de la cava y de la aorta*) (fig. 2-86). Los vasos linfáticos de la porción superior del uréter pueden unirse a los del riñón o pasar directamente a los nódulos lumbares. Los vasos linfáticos de la porción media del uréter drenan generalmente en los *nódulos linfáticos ilíacos comunes*, mientras que los vasos de su porción inferior drenan en los **nódulos linfáticos ilíacos comunes, externos** o **internos.**

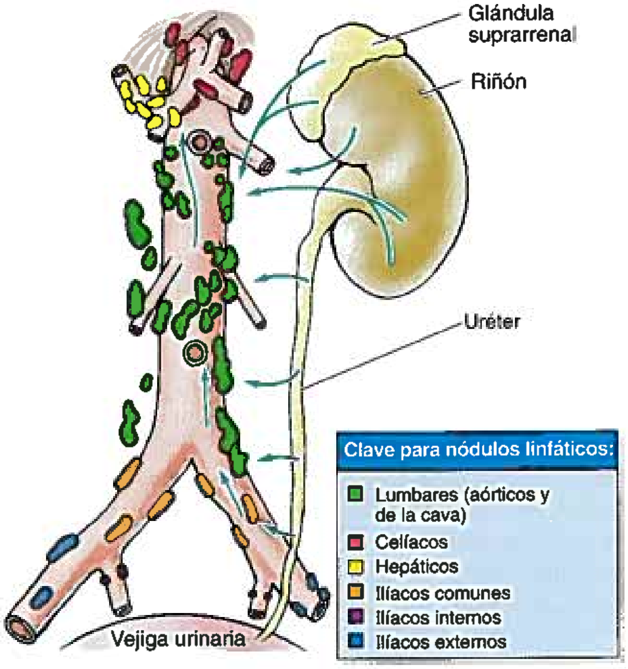

Glándula suprarrenal
Riñón
Uréter
Vejiga urinaria
Clave para nódulos linfáticos:
🟩 Lumbares (aórticos y de la cava)
🟥 Celíacos
🟨 Hepáticos
🟧 Ilíacos comunes
🟪 Ilíacos internos
🟦 Ilíacos externos

FIGURA 2-86. **Linfáticos de los riñones y las glándulas suprarrenales.** Los vasos linfáticos de los riñones forman tres plexos: uno en el parénquima renal, uno bajo la cápsula fibrosa y uno en la grasa perirrenal. Del hilio renal salen cuatro o cinco troncos linfáticos, a los cuales se unen vasos procedentes de la cápsula (*flechas*). Los vasos linfáticos siguen la vena renal hasta los nódulos linfáticos lumbares (aórticos y de la cava). La linfa de las glándulas suprarrenales también drena en los nódulos lumbares. La figura muestras asimismo el drenaje linfático de los uréteres. Los nódulos linfáticos lumbares drenan, a través de los troncos linfáticos lumbares, en la cisterna del quilo.

Los *vasos linfáticos suprarrenales* se originan de un plexo profundo a la cápsula de la glándula y de otro plexo que está en su médula. La linfa pasa hacia los *nódulos linfáticos lumbares*. De las glándulas suprarrenales salen numerosos vasos linfáticos.

Nervios de los riñones, los uréteres y las glándulas suprarrenales. Los *nervios de los riñones* proceden del plexo nervioso renal y están formados por fibras simpáticas y parasimpáticas (fig. 2-87B). El **plexo nervioso renal** recibe fibras de los nervios esplácnicos abdominopélvicos, en especial del imo. Los *nervios de la porción abdominal de los uréteres* proceden de los plexos renal, aórtico abdominal e hipogástrico superior (figura 2-87A). Las fibras aferentes viscerales conducen sensaciones dolorosas (como, p. ej., la que se produce por una obstrucción y la distensión consiguiente) que siguen las fibras simpáticas en sentido retrógrado hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales y segmentos medulares T11-L2. El dolor ureteral suele referirse al cuadrante inferior homolateral de la pared anterior del abdomen, y especialmente a la ingle (v. el cuadro azul «Cálculos renales y ureterales», p. 300).

La *rica inervación de las glándulas suprarrenales* procede del *plexo celíaco* y de los nervios esplácnicos abdominopélvicos (mayor, menor e imo). Los nervios están constituidos principalmente por fibras simpáticas presinápticas mielínicas procedentes del asta lateral de los segmentos T10-L1 de la médula espinal y atraviesan los ganglios paravertebrales y prevertebrales, sin hacer sinapsis, para distribuirse por las células cromafines de la médula suprarrenal (fig. 2-87B).

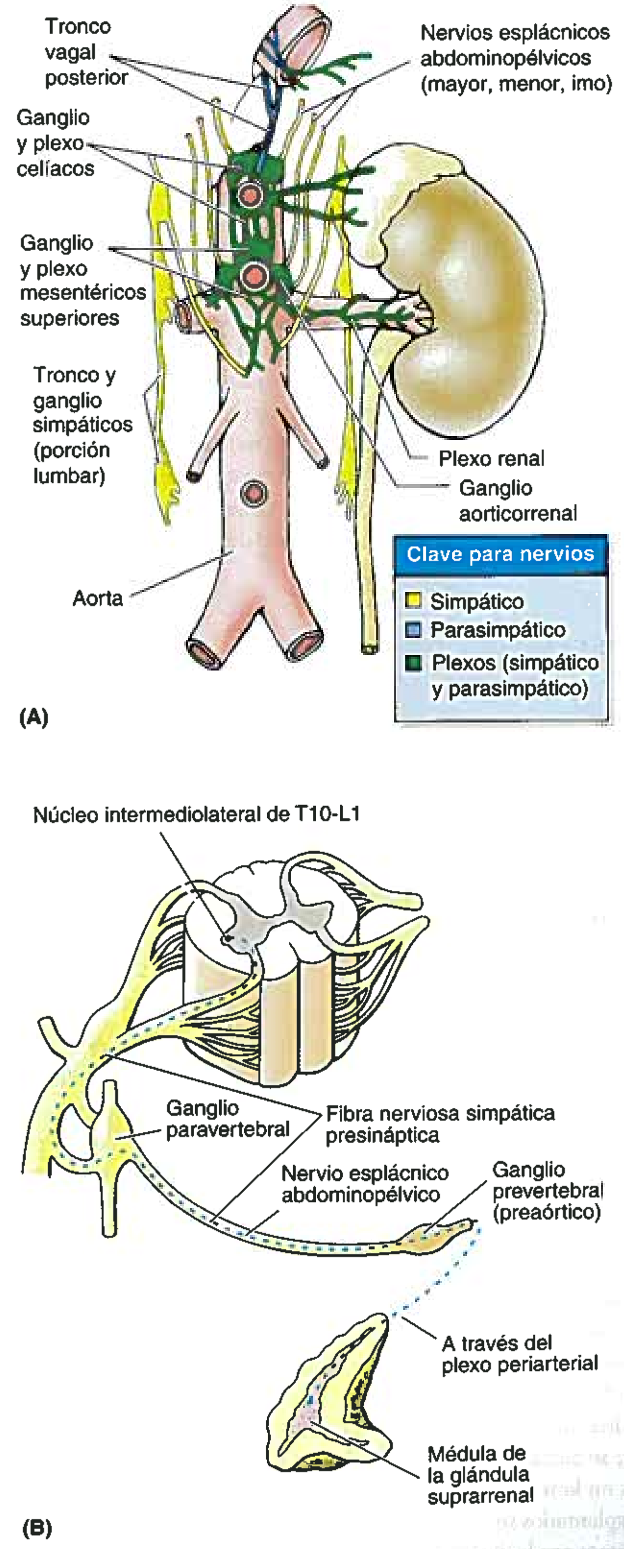

Tronco vagal posterior
Nervios esplácnicos abdominopélvicos (mayor, menor, imo)
Ganglio y plexo celíacos
Ganglio y plexo mesentéricos superiores
Tronco y ganglio simpáticos (porción lumbar)
Plexo renal
Ganglio aorticorrenal
Aorta
Clave para nervios
🟨 Simpático
🟦 Parasimpático
🟩 Plexos (simpático y parasimpático)
(A)
Núcleo intermediolateral de T10-L1
Ganglio paravertebral
Fibra nerviosa simpática presináptica
Nervio esplácnico abdominopélvico
Ganglio prevertebral (preaórtico)
A través del plexo periarterial
Médula de la glándula suprarrenal
(B)

FIGURA 2-87. **Nervios de los riñones y las glándulas suprarrenales.** **A.** Los nervios de los riñones y las glándulas suprarrenales proceden del plexo celíaco, los nervios esplácnicos abdominopélvicos (menor e imo) y el ganglio aorticorrenal. La principal inervación eferente del riñón es vasomotora, con nervios autónomos que inervan las arteriolas aferentes y eferentes. **B.** Exclusivamente en el caso de la médula suprarrenal, las fibras simpáticas presinápticas atraviesan los ganglios paravertebrales y prevertebrales sin establecer sinapsis, finalizando directamente en las células secretoras de la médula suprarrenal.

RIÑONES, URÉTERES Y GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Palpación de los riñones

A menudo, los riñones no son palpables. En los adultos delgados, el polo inferior del riñón derecho puede palparse mediante exploración bimanual como una masa firme, lisa, algo redondeada, que desciende durante la inspiración. El riñón derecho puede palparse porque se encuentra 1-2 cm inferior al izquierdo. Para palpar los riñones hay que presionar en el **flanco** (lado del tronco entre las costillas 11.ª y 12.ª y la cresta ilíaca) anteriormente con una mano a la vez que se efectúa una palpación profunda en el **arco costal** con la otra. El riñón izquierdo no suele ser palpable a no ser que esté aumentado de tamaño o haya sido desplazado inferiormente por una masa retroperitoneal.

Absceso perinéfrico

Las inserciones de la fascia renal determinan la vía de extensión de un **absceso perinéfrico** (pus alrededor del riñón). Por ejemplo, en el hilio renal, la fascia se fija firmemente a los vasos renales y al uréter, y por lo general impide la diseminación del pus hacia el lado contralateral. Sin embargo, el pus de un absceso (o la sangre de un riñón lesionado) puede abrirse camino hacia la pelvis entre las hojas anterior y posterior de la fascia pélvica, que están unidas laxamente.

Nefroptosis

Como las hojas de la fascia renal no ofrecen resistencia, ya que no se fusionan inferiormente de forma sólida, los riñones anormalmente móviles pueden descender más de los 3 cm normales cuando el cuerpo está en posición erecta. Cuando los riñones descienden, las glándulas suprarrenales se mantienen en su sitio, ya que están situadas en un compartimiento fascial separado y están firmemente insertadas en el diafragma. La **nefroptosis** (riñón caído) se distingue del *riñón ectópico* (riñón mal colocado congénitamente) por asociarse un uréter de longitud normal que presenta espirales amplias o se arruga debido a que ha disminuido la distancia hasta la vejiga urinaria. Las arrugas no parecen revestir significación clínica. La tracción de los vasos renales podría provocar síntomas de dolor intermitente en la región renal, que se alivia tumbándose. La falta de soporte inferior de los riñones en la región lumbar es uno de los motivos de que los riñones trasplantados se coloquen en la fosa ilíaca de la pelvis mayor. Otras razones son la disponibilidad de vasos sanguíneos importantes y un acceso adecuado a la vejiga urinaria, que está cerca.

Trasplante renal

El **trasplante renal** es actualmente una intervención consolidada para el tratamiento de casos seleccionados de insuficiencia renal crónica. El riñón puede extraerse del donante sin lesionar la glándula suprarrenal debido al débil tabique de fascia renal que separa a los riñones de esta glándula. El lugar donde se realiza el trasplante renal es la fosa ilíaca de la pelvis mayor. En este lugar el riñón tiene un soporte firme, con lo cual los vasos anastomosados quirúrgicamente no se someten a tracciones. La arteria y la vena renales se unen a la arteria y la vena ilíacas externas, respectivamente; el uréter se sutura a la vejiga urinaria.

Quistes renales

Los quistes renales, únicos o múltiples, son hallazgos frecuentes durante los estudios ecográficos y en la disección de cadáveres. La *enfermedad poliquística renal* del adulto es una causa importante de insuficiencia renal; se hereda como un rasgo autosómico dominante. Los riñones presentan un importante aumento de tamaño y distorsiones de su forma, a causa de los quistes, que pueden alcanzar los 5 cm.

Dolor en la región pararrenal

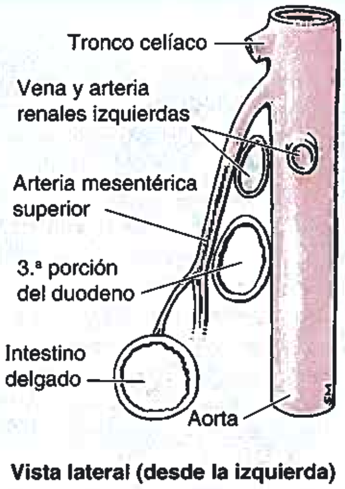
La estrecha relación entre los riñones y los músculos psoas mayores explica por qué la extensión de las articulaciones de la cadera puede aumentar el dolor provocado por inflamaciones en las áreas pararrenales. Estos músculos flexionan los muslos en las articulaciones de la cadera.

Vasos renales accesorios

Durante su «ascenso» hacia su ubicación definitiva, los riñones embrionarios reciben irrigación y drenaje venoso de vasos sucesivamente más superiores. En general, los vasos inferiores degeneran a medida que los superiores se encargan de la irrigación y del drenaje venoso. Si alguno de estos vasos no degenera, se forman *arterias* (v. fig. 2-84) y *venas renales accesorias*. Algunas arterias accesorias («arterias polares») entran/salen de los riñones por los polos. Las variaciones en el número y la posición de estos vasos ocurren aproximadamente en el 30 % de la población.

Síndrome de atrapamiento de la vena renal

Cuando la vena renal izquierda, más larga, cruza la línea media para alcanzar la VCI, atraviesa un ángulo agudo entre la AMS anteriormente y la aorta abdominal posteriormente (fig. C2-31). La tracción hacia abajo de la AMS puede comprimir la vena renal izquierda (y posiblemente la tercera porción del duodeno), provocando el **síndrome de atrapamiento de la vena renal izquierda** (compresión mesoaórtica de la vena renal izquierda), conocido también como «síndrome del cascanueces» debido al aspecto de la vena en el ángulo arterial agudo en una vista sagital. El síndrome puede incluir hematuria o proteinuria (sangre o proteínas en la orina), dolor abdominal (en el flanco izquierdo), náuseas y vómitos (que indican la compresión del duodeno), y dolor testicular izquierdo en los varones (debido a que la vena testicular izquierda drena en la vena


Tronco celíaco
Vena y arteria renales izquierdas
Arteria mesentérica superior
3.ª porción del duodeno
Intestino delgado
Aorta

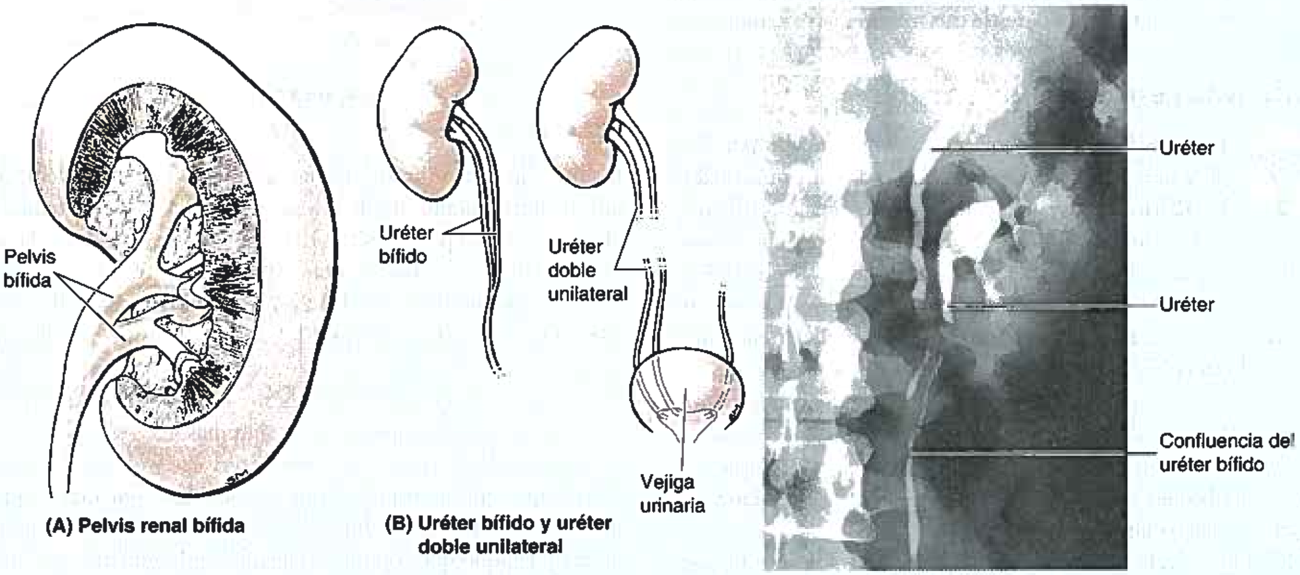
Vista lateral (desde la izquierda)

FIGURA C2-31.

izquierda renal, proximal a la compresión). Aunque no es frecuente, puede producirse un varicocele en el lado izquierdo.

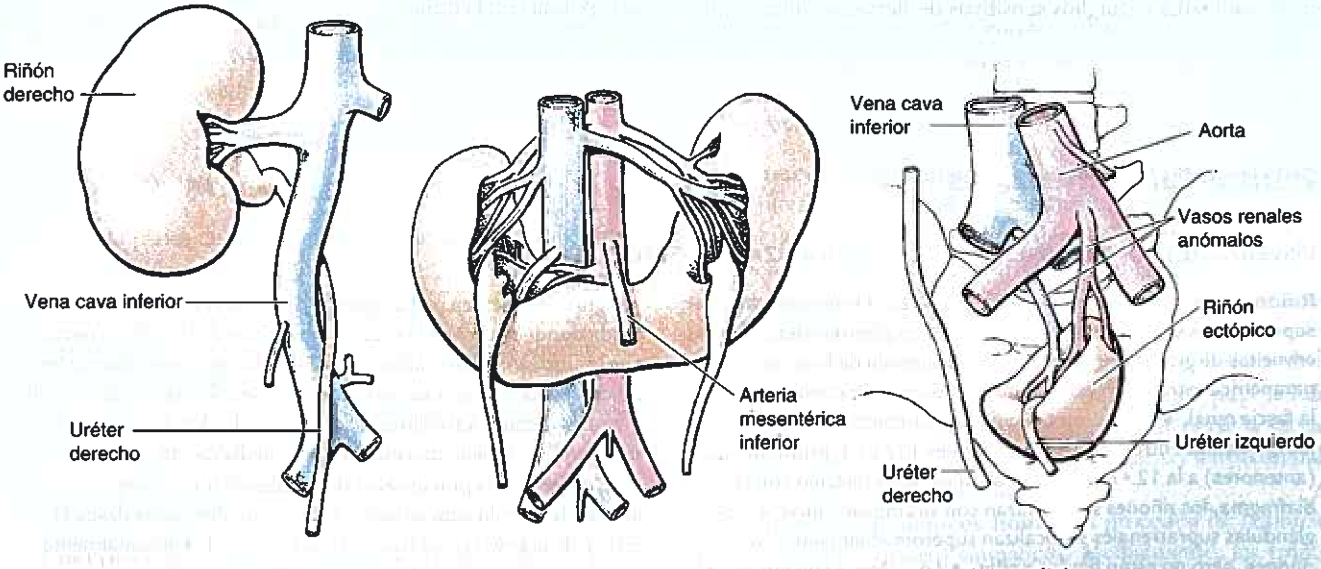
Anomalías congénitas de los riñones y los uréteres

La presencia de *pelvis renal y uréteres bífidos* es bastante frecuente (fig. C2-32A y B). Estas anomalías se deben a la división del *divertículo metanéfrico* (yema ureteral), el primordio de la pelvis renal y el uréter. El grado de duplicación ureteral depende de lo completa que sea la división embrionaria del divertículo metanéfrico. La pelvis renal bífida y/o el uréter bífido pueden ser unilaterales o bilaterales; sin embargo, no es frecuente que haya desembocaduras separadas en la vejiga urinaria. La división incompleta del divertículo metanéfrico se traduce en un uréter bífido; la división completa tiene como resultado un *riñón supernumerario*.


Pelvis bífida
Uréter bífido
Uréter doble unilateral
Vejiga urinaria
Uréter
Uréter
Confluencia del uréter bífido

(A) Pelvis renal bífida

(B) Uréter bífido y uréter doble unilateral


Riñón derecho
Vena cava inferior
Uréter derecho
Arteria mesentérica inferior
Vena cava inferior
Aorta
Vasos renales anómalos
Riñón ectópico
Uréter izquierdo
Uréter derecho

(C) Uréter retrocavo

(D) Riñón en herradura

(E) Riñón ectópico pélvico

FIGURA C2-32.

El *uréter retrocavo* (fig. C2-32C) es una anomalía infrecuente en la cual el uréter, tras salir del riñón, pasa por detrás de la VCI.

En la pelvis embrionaria, los riñones están muy juntos. En aproximadamente 1 de cada 600 fetos, los polos inferiores (excepcionalmente los superiores) se fusionan, formando un *riñón en herradura* (fig. C2-32D). Este riñón, con forma de U, suele situarse a nivel de las vértebras L3-5, debido a que la raíz de la *arteria mesentérica inferior* impidió la reubicación normal de los riñones. El riñón en herradura no suele provocar síntomas; sin embargo, puede haber anomalías asociadas en el riñón y la pelvis renal que obstruyan el uréter.

En ocasiones, el riñón embrionario, en un lado o en ambos, no consigue entrar en el abdomen y se sitúa anterior al sacro. Aunque es infrecuente, si se tiene en cuenta la posibilidad de un *riñón pélvico ectópico* (fig. C2-32E) se podrá evitar confundirlo con un tumor pélvico y extirparlo. En las mujeres, un riñón pélvico también puede resultar lesionado o provocar una obstrucción durante el parto. Los riñones pélvicos suelen recibir su vascularización desde la bifurcación aórtica o desde una arteria ilíaca común.

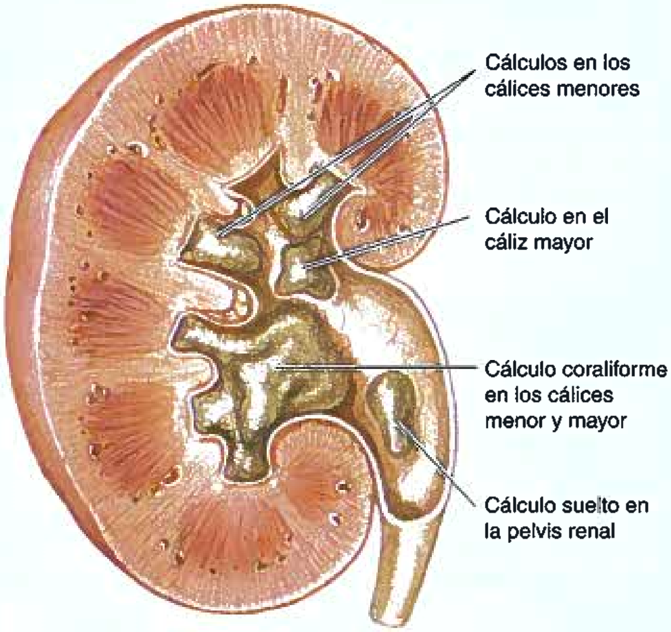

Cálculos en los cálices menores
Cálculo en el cáliz mayor
Cálculo coraliforme en los cálices menor y mayor
Cálculo suelto en la pelvis renal

FIGURA C2-33.

Cálculos renales y ureterales

Los *cálculos* (del latín, guijarro) están formados por sales de ácidos orgánicos o inorgánicos, o por otros materiales. Pueden formarse y situarse en los cálices renales, en los uréteres o en la vejiga urinaria (fig. C2-33). El **cálculo renal** puede pasar desde el riñón hacia la pelvis renal y desde allí al uréter. Si el cálculo es afilado o más grande que la luz normal del uréter (aproximadamente 3 mm), provoca una distensión excesiva de este conducto muscular; el **cálculo ureteral** causa un dolor intenso e intermitente, el *cólico ureteral*, a medida que las ondas de contracción lo fuerzan a avanzar por el uréter. El cálculo puede causar una obstrucción completa o intermitente del flujo urinario. En función del nivel de la obstrucción, que va cambiando, el dolor puede referirse a las regiones lumbar o inguinal, o a los genitales externos y/o al testículo.

El dolor se refiere hacia áreas cutáneas inervadas por los segmentos medulares y ganglios sensitivos de nervios espinales que también inervan el uréter, principalmente T11-L2. El dolor pasa inferoanteriormente «desde la fosa lumbar a la ingle» a medida que el cálculo avanza por el uréter. El dolor puede extenderse a la zona proximal de la cara anterior del muslo por una proyección a través del nervio genitofemoral (L1, L2), y al escroto en los hombres y los labios mayores en las mujeres. El dolor, muy intenso, puede acompañarse de fuertes molestias digestivas (náuseas, vómitos, calambres y diarrea) y de una respuesta simpática generalizada que en cierto grado puede enmascarar los síntomas más específicos.

Los cálculos ureterales pueden observarse y eliminarse con un *nefroscopio*, un instrumento que se introduce por una pequeña incisión. Otra técnica, la *litotricia*, dirige a través del cuerpo una onda de choque que rompe los cálculos en fragmentos que luego se expulsan con la orina.

Puntos fundamentales

VÍSCERAS RETROPERITONEALES Y SU VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

Riñones. Los órganos urinarios abdominales y las glándulas suprarrenales son estructuras primariamente peritoneales, envueltas de grasa perinéfrica que está separada de la grasa paranéfrica extraperitoneal por una condensación membranosa, la fascia renal. ♦ Los riñones son unas estructuras en forma de judía situadas entre los niveles vertebrales T12 y L3, profundos (anteriores) a la 12.ª costilla. ♦ Por su estrecha relación con el diafragma, los riñones se desplazan con sus movimientos. ♦ Las glándulas suprarrenales se localizan superomedialmente a los riñones, pero no están fijadas a ellos. ♦ Los riñones son huecos. El seno renal central está ocupado por los cálices renales y la pelvis renal, arterias segmentarias y venas renales que están rodeadas por grasa perinéfrica. ♦ Las papilas de las pirámides renales, desde donde se excreta la orina, se invaginan en los cálices renales, que las rodean. ♦ Los cálices menores convergen para formar los cálices mayores, que a su vez convergen para formar la pelvis renal. ♦ Las estructuras vasculares y la pelvis renal salen del riñón por el seno renal en el hilio, que está dirigido medialmente.

Uréteres. Las porciones abdominales de los uréteres descienden por la cara anterior de los músculos psoas desde el vértice de la pelvis renal hasta la línea terminal. ♦ Normalmente hay tres zonas donde los uréteres se estrechan, en las cuales pueden alojarse cálculos renales: la unión ureteropélvica, la línea terminal y la pared de la vejiga urinaria. ♦ Las porciones abdominales de los uréteres reciben numerosas ramas ureterales, relativamente delicadas, de las arterias renal, testicular u ovárica, de la ilíaca común y de la aorta abdominal, que se encuentra cerca de los uréteres medialmente. ♦ El uréter se sitúa aproximadamente en una línea vertical, 5 cm lateral a las apófisis espinosas lumbares, en la intersección con la espina ilíaca posterior superior.

Glándulas suprarrenales. Las glándulas suprarrenales se localizan superomedialmente a los riñones, pero están unidas principalmente a los pilares del diafragma por la fascia renal circundante. ♦ Cada glándula suprarrenal es en realidad dos glándulas endocrinas con funciones y orígenes distintos: la corteza suprarrenal y la médula suprarrenal (la primera rodeando a la segunda). ♦ La corteza suprarrenal deriva del mesodermo y secreta corticoesteroides y andrógenos; la médula suprarrenal deriva de las células de la cresta neural y secreta catecolaminas (principalmente adrenalina). ♦ La glándula suprarrenal derecha tiene una forma más piramidal y su posición es más apical respecto al riñón derecho, mientras que la glándula izquierda tiene una forma más semilunar y se sitúa más medial a la mitad superior del riñón.

Vasos y nervios. Las arterias renales nacen de la aorta abdominal a nivel del disco intervertebral L1-2. Se sitúan posteriores a las venas renales; la arteria renal derecha es más larga que la izquierda, y la vena renal izquierda más larga que la derecha. ♦ Las dos venas renales reciben venas renales y ureterales superiores, y drenan en la VCI, pero la larga vena renal izquierda también recibe la vena suprarrenal izquierda la vena gonadal izquierda, y una comunicación con la vena lumbar ascendente izquierda. ♦ Cerca del hilio, las arterias renales se dividen en ramas anteriores y posteriores; en las ramas anteriores se originan cuatro arterias segmentarias renales. ♦ Las arterias renales segmentarias son arterias terminales; cada una irriga un segmento renal, resecable quirúrgicamente.

Las arterias suprarrenales se originan de tres fuentes: arterias suprarrenales superiores desde las arterias frénicas inferiores, arterias suprarrenales medias desde la aorta abdominal, y arterias suprarrenales inferiores desde las arterias renales. ♦ Las glándulas suprarrenales drenan a través de una gran vena suprarrenal, la derecha desemboca en la VCI y la izquierda en la vena renal izquierda.

Los linfáticos de las glándulas suprarrenales, los riñones y las porciones superiores de los uréteres siguen el drenaje venoso hasta los nódulos linfáticos lumbares derechos o izquierdos (de la cava o aórticos).

Fibras aferentes viscerales (que acompañan a las fibras simpáticas) conducen las sensaciones dolorosas procedentes de los uréteres a los segmentos T11-L2 de la médula espinal, y las sensaciones se refieren a los dermatomas correspondientes situados sobre la fosa lumbar y la ingle. Las glándulas suprarrenales poseen una rica inervación a través de fibras simpáticas presinápticas que se originan en el núcleo intermediolateral de los segmentos T10-L1 de la médula espinal. Estas fibras cruzan los ganglios paravertebrales (troncos simpáticos) y prevertebrales (celíacos) sin hacer sinapsis. Finalizan directamente en las células cromafines de la médula suprarrenal.

Resumen de la inervación de las vísceras abdominales

La inervación autónoma del abdomen está constituida por varios nervios esplácnicos diferentes y un nervio craneal (el vago, NC X), que aportan fibras simpáticas y parasimpáticas presinápticas, respectivamente, al plexo aórtico abdominal y a sus ganglios simpáticos asociados (figs. 2-88 y 2-89; tabla 2-12). Las extensiones periarteriales de estos plexos aportan fibras simpáticas postsinápticas y la continuación de las fibras parasimpáticas para las vísceras abdominales, donde se localizan los ganglios parasimpáticos intrínsecos.

INERVACIÓN SIMPÁTICA

La porción simpática del sistema nervioso autónomo del abdomen está constituida por:

- Los nervios esplácnicos abdominopélvicos, procedentes de la porción torácica y la porción lumbar de los troncos simpáticos.
- Ganglios simpáticos prevertebrales.
- El plexo aórtico abdominal y sus extensiones, los plexos periarteriales.

Los plexos son mixtos, compartidos con el sistema nervioso parasimpático y fibras aferentes viscerales.

Los **nervios esplácnicos abdominopélvicos** conducen fibras simpáticas presinápticas hacia la cavidad abdominopélvica. Estas fibras se originan en los cuerpos celulares del núcleo intermediolateral, o asta lateral, de la sustancia gris de los segmentos medulares T5-L2 o 3. Las fibras pasan sucesivamente a través de las raíces anteriores, los ramos anteriores y los ramos comunicantes blancos de los nervios espinales torácicos y lumbares superiores para alcanzar los troncos simpáticos. Pasan a través de los ganglios paravertebrales de los troncos simpáticos sin hacer sinapsis, para entrar en los nervios esplácnicos abdominopélvicos, que las conducen hacia los ganglios prevertebrales de la cavidad abdominal. Los nervios esplácnicos abdominopélvicos incluyen:

- Los *nervios esplácnicos torácicos inferiores* (mayor, menor e imo): desde la porción torácica de los troncos simpáticos.
- Los *nervios esplácnicos lumbares:* desde la porción lumbar de los troncos simpáticos.

Los **nervios esplácnicos torácicos inferiores** son la principal fuente de fibras simpáticas presinápticas que inervan las vísceras abdominales. El **nervio esplácnico mayor** (originado en el tronco simpático desde los niveles vertebrales T5-9 o T10), el **nervio esplácnico menor** (desde los niveles T10-11) y el **nervio esplácnico imo** (desde el nivel T12) son los nervios esplácnicos torácicos específicos que se originan de la porción torácica de los troncos simpáticos y atraviesan el correspondiente pilar del diafragma para transportar fibras simpáticas presinápticas a los ganglios simpáticos celíacos, mesentéricos superiores y aorticorrenales (prevertebrales), respectivamente.

Los **nervios esplácnicos lumbares** proceden de la porción abdominal de los troncos simpáticos. Medialmente, los troncos simpáticos lumbares dan lugar a tres o cuatro nervios esplácnicos lumbares, que pasan hacia los **plexos intermesentérico, mesentérico inferior** e **hipogástrico superior**, transportando fibras

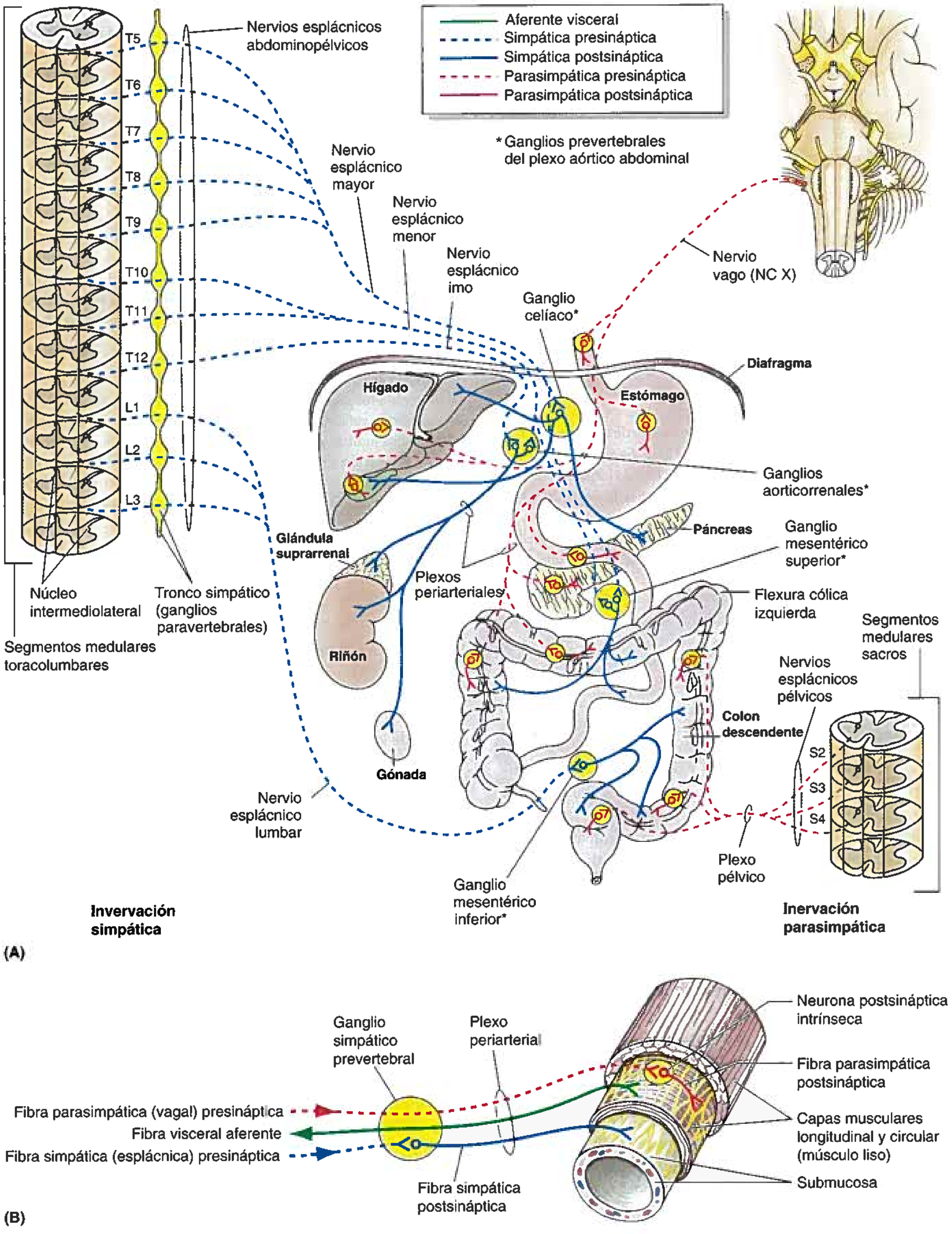

Aferente visceral
Simpática presináptica
Simpática postsináptica
Parasimpática presináptica
Parasimpática postsináptica
*Ganglios prevertebrales del plexo aórtico abdominal
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
Nervios esplácnicos abdominopélvicos
Nervio esplácnico mayor
Nervio esplácnico menor
Nervio esplácnico imo
Ganglio celíaco*
Nervio vago (NC X)
Diafragma
Hígado
Estómago
Ganglios aorticorrenales*
Glándula suprarrenal
Páncreas
Ganglio mesentérico superior*
Plexos periarteriales
Flexura cólica izquierda
Riñón
Segmentos medulares sacros
Nervios esplácnicos pélvicos
Colon descendente
S2
S3
S4
Gónada
Núcleo intermediolateral
Tronco simpático (ganglios paravertebrales)
Segmentos medulares toracolumbares
Nervio esplácnico lumbar
Plexo pélvico
Ganglio mesentérico inferior*
Invervación simpática
Inervación parasimpática
(A)
Ganglio simpático prevertebral
Plexo periarterial
Neurona postsináptica intrínseca
Fibra parasimpática postsináptica
Fibra parasimpática (vagal) presináptica
Fibra visceral aferente
Fibra simpática (esplácnica) presináptica
Capas musculares longitudinal y circular (músculo liso)
Submucosa
Fibra simpática postsináptica
(B)

FIGURA 2-88. **Nervios autónomos de la pared posterior del abdomen. A.** Origen y distribución de las fibras simpáticas y parasimpáticas presinápticas y postsinápticas, y ganglios implicados en la inervación de las vísceras abdominales. **B.** Fibras que inervan los plexos intrínsecos de las vísceras abdominales.

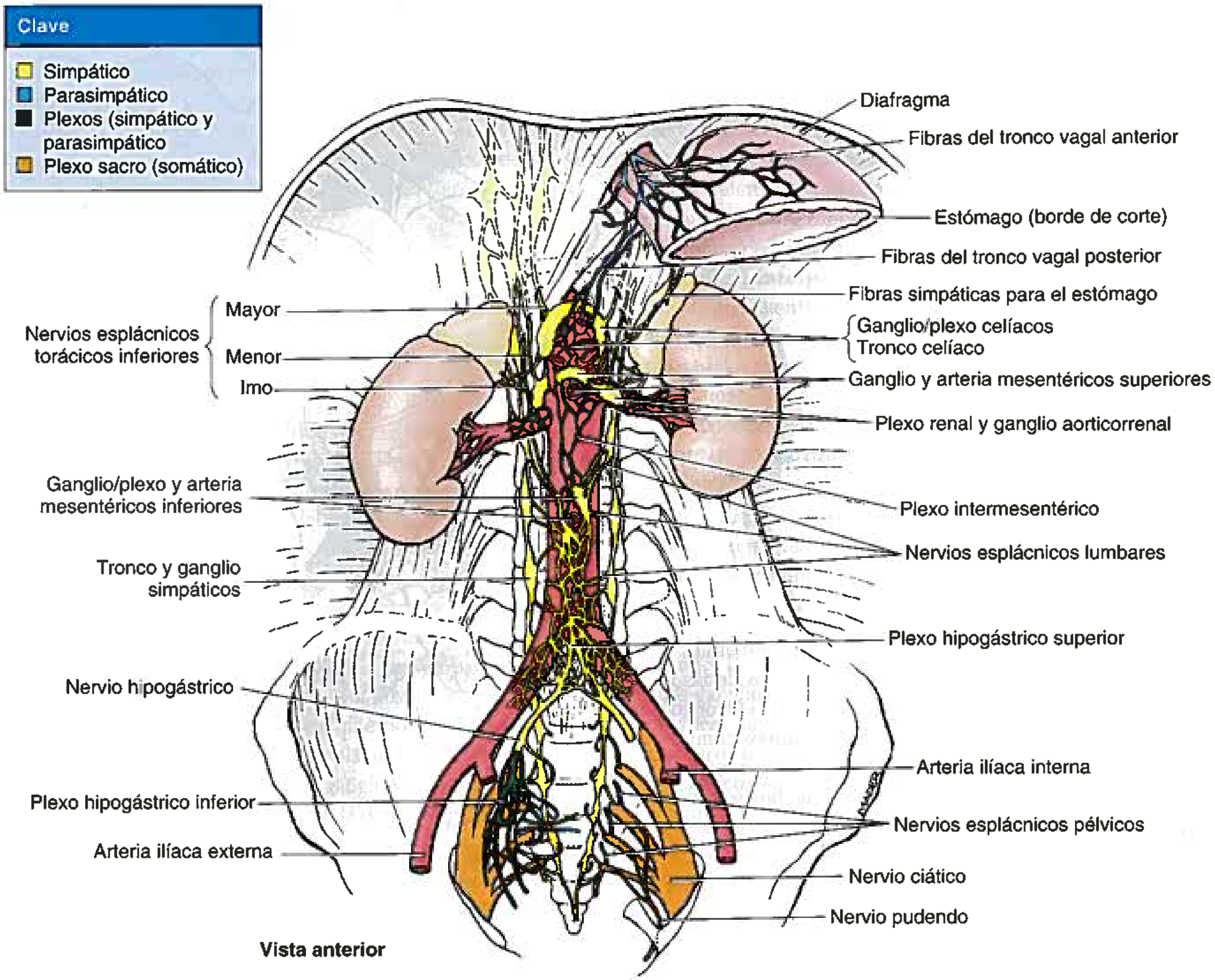

Clave
Simpático
Parasimpático
Plexos (simpático y parasimpático
Plexo sacro (somático)
Diafragma
Fibras del tronco vagal anterior
Estómago (borde de corte)
Fibras del tronco vagal posterior
Fibras simpáticas para el estómago
Ganglio/plexo celíacos
Tronco celíaco
Ganglio y arteria mesentéricos superiores
Plexo renal y ganglio aorticorrenal
Plexo intermesentérico
Nervios esplácnicos lumbares
Plexo hipogástrico superior
Arteria ilíaca interna
Nervios esplácnicos pélvicos
Nervio ciático
Nervio pudendo
Nervios esplácnicos torácicos inferiores
Mayor
Menor
Imo
Ganglio/plexo y arteria mesentéricos inferiores
Tronco y ganglio simpáticos
Nervio hipogástrico
Plexo hipogástrico inferior
Arteria ilíaca externa
Vista anterior

FIGURA 2-89. Nervios esplácnicos, plexos nerviosos y ganglios simpáticos del abdomen.

TABLA 2-12. INERVACIÓN AUTÓNOMA DE LAS VÍSCERAS ABDOMINALES (NERVIOS ESPLÁCNICOS)

Nervios esplácnicos	Tipo de fibra autónoma[a]	Sistema	Origen	Destino
A. Cardiopulmonares (cervicales y torácicos superiores)	Postsináptica	Simpático	Tronco simpático cervical y torácico superior	Cavidad torácica (vísceras superiores al diafragma)
B. Abdominopélvicos 1. Torácicos inferiores: a. Mayor b. Menor c. Imo 2. Lumbares 3. Sacros	Presináptica		Tronco simpático torácico inferior y abdominopélvico 1. Tronco simpático torácico: a. Nivel T5-9 (10) b. Nivel T10-11 c. Nivel T12 2. Tronco simpático abdominal 3. Tronco simpático pélvico sacro)	Cavidad abdominopélvica (ganglios prevertebrales que inervan las vísceras y glándulas suprarrenales situadas por debajo del diafragma) 1. Ganglios prevertebrales abdominales a. Ganglios celíacos b. Ganglios aorticorrenales c. y 2. Otros ganglios prevertebrales abdominales (ganglios mesentéricos superiores e inferiores, y plexos hipogástricos/intermesentéricos) 3. Ganglios prevertebrales pélvicos
C. Pélvicos	Presináptica	Parasimpático	Ramos anteriores de los nervios espinales S2-4	Ganglios intrínsecos del colon descendente y el colon sigmoide, el recto y las vísceras pélvicas

[a] Los nervios esplácnicos también conducen fibras aferentes viscerales que no forman parte del sistema nervioso autónomo.

simpáticas presinápticas a los ganglios prevertebrales asociados a dichos plexos.

Los cuerpos celulares de las neuronas simpáticas postsinápticas constituyen los ganglios prevertebrales principales que se congregan alrededor de las raíces de las ramas principales de la aorta abdominal: los *ganglios celíacos, aorticorrenales, mesentérico superior* y *mesentérico inferior;* y ganglios prevertebrales menores innominados que se encuentran en los plexos intermesentérico e hipogástrico superior. A excepción de la inervación de la médula suprarrenal (comentada en la p. 294), las sinapsis entre las neuronas simpáticas presinápticas y postsinápticas tienen lugar en los ganglios prevertebrales (fig. 2-88B). Las fibras nerviosas simpáticas postsinápticas pasan de los ganglios prevertebrales a las vísceras abdominales a través de los plexos periarteriales que acompañan a las ramas de la aorta abdominal. La inervación simpática del abdomen, como la de otras zonas, se encarga sobre todo de la vasoconstricción. En lo que respecta al tubo digestivo, inhibe (lentifica o detiene) la peristalsis.

INERVACIÓN SENSITIVA VISCERAL

Las *fibras aferentes viscerales que conducen sensaciones dolorosas* acompañan a las fibras simpáticas (motoras viscerales). Los impulsos dolorosos circulan retrógradamente a los de las fibras motoras a lo largo de los nervios esplácnicos hacia el tronco simpático. Las fibras pasan luego a través de los ramos comunicantes blancos hacia los ramos anteriores de los nervios espinales, y luego entran en la raíz posterior hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales y la médula espinal. A medida que se avanza caudalmente por el tubo digestivo, las vísceras son inervadas por ganglios sensitivos de los nervios espinales y segmentos medulares progresivamente más bajos. El estómago (intestino anterior) recibe inervación de los niveles T6-9; desde el intestino delgado hasta el colon transverso (intestino medio), de los niveles T8-12; y el colon descendente (intestino posterior), de los niveles T12-2 (fig. 2-90). A partir del punto medio del colon sigmoide, las fibras que recogen sensaciones dolorosas viscerales se dirigen, junto con fibras parasimpáticas, hacia los ganglios sensitivos y niveles medulares espinales S2-4. Son los mismos segmentos medulares implicados en la inervación simpática de esas porciones del tubo digestivo.

Las *fibras aferentes viscerales para las sensaciones reflejas* (que suelen ser inconscientes) acompañan a las fibras parasimpáticas (viscerales motoras).

INERVACIÓN PARASIMPÁTICA

La porción parasimpática del sistema nervioso autónomo de las vísceras abdominales (v. figs. 2-88 y 2-89) está formada por:

- Los *troncos vagales anterior y posterior.*
- Los *nervios esplácnicos pélvicos.*
- Los *plexos nerviosos autónomos abdominales* (paraaórticos) y sus extensiones, los plexos periarteriales.
- Los *ganglios parasimpáticos intrínsecos* (entéricos).

Los plexos nerviosos son mixtos, es decir, compartidos con el sistema nervioso simpático y fibras aferentes viscerales.

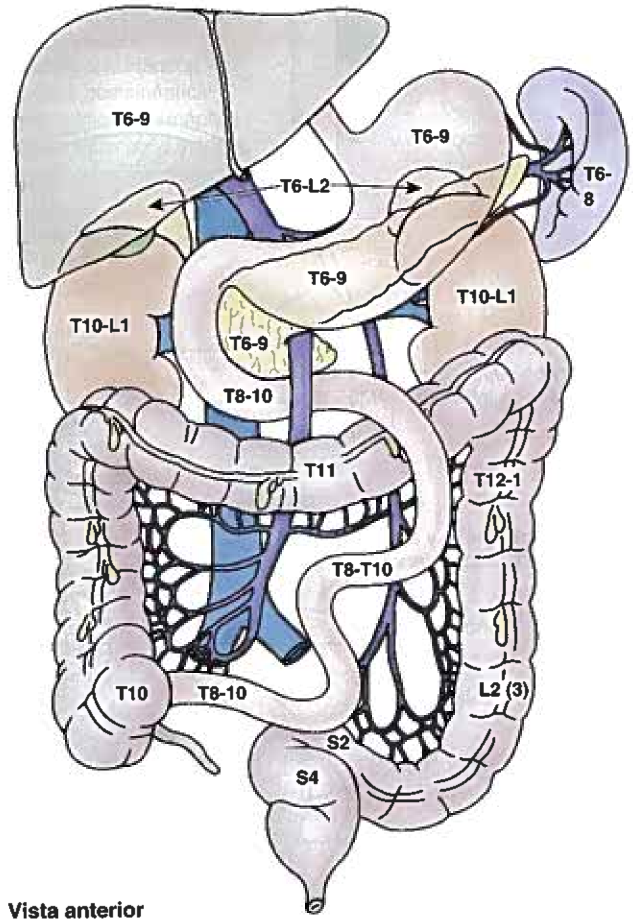


FIGURA 2-90. Inervación segmentaria de las vísceras abdominales. Segmentos medulares (aproximadamente) y ganglios sensitivos de los nervios espinales implicados en la inervación simpática y visceral aferente (dolor) de las vísceras abdominales.

Los *troncos vagales anterior* y *posterior* son la continuación de los nervios vagos izquierdo y derecho, que salen del plexo esofágico y atraviesan el hiato esofágico por las caras anterior y posterior del esófago y el estómago (v. figs. 2-35 y 2-88A). Los nervios vagos conducen fibras parasimpáticas presinápticas y aferentes viscerales (principalmente para las sensaciones inconscientes asociadas a los reflejos) hacia los plexos aórticos abdominales y los plexos periarteriales, que se extienden a lo largo de las ramas de la aorta.

Los **nervios esplácnicos pélvicos** se diferencian de otros nervios esplácnicos (tabla 2-12) en que:

- No se relacionan en absoluto con los troncos simpáticos.
- Proceden directamente de los ramos anteriores de los nervios espinales S2-4.
- Conducen fibras parasimpáticas presinápticas hacia el plexo hipogástrico inferior (pélvico).

Las fibras presinápticas terminan en los cuerpos celulares aislados y dispersos de las neuronas postsinápticas que se sitúan sobre las vísceras abdominales o en su interior, y constituyen ganglios intrínsecos (v. fig. 2-88B).

Las fibras parasimpáticas presinápticas y las fibras aferentes viscerales reflejas transportadas por los nervios vagos se extienden hacia los ganglios intrínsecos de la porción inferior del esófago, el estómago, el intestino delgado (incluido el duodeno), el colon ascendente y la mayor parte del colon transverso (v. fig. 2-88A). Las que son transportadas por los nervios esplácnicos pélvicos inervan el colon descendente y el colon sigmoide, el recto y los órganos pélvicos. Así, por lo que se refiere al tubo digestivo, los nervios vagos proporcionan la inervación parasimpática para el músculo liso y las glándulas del intestino hasta la flexura cólica izquierda; los nervios esplácnicos pélvicos inervan el resto.

PLEXOS AUTÓNOMOS

Los **plexos autónomos abdominales** son redes neurales formadas por fibras simpáticas y parasimpáticas que rodean la aorta abdominal y sus ramas principales (v. figs. 2-88 y 2-89). Los plexos celíaco, mesentérico superior y mesentérico inferior están interconectados. Los **ganglios simpáticos prevertebrales** están distribuidos entre los plexos celíaco y mesentéricos. Los **ganglios parasimpáticos intrínsecos,** como el **plexo mientérico** (plexo de Auerbach) de la capa muscular del estómago y el intestino, están en las paredes de las vísceras (v. figs. 2-48A y 2-88B).

El *plexo celíaco*, que rodea la raíz del tronco (arterial) celíaco, contiene los *ganglios celíacos* derecho e izquierdo (irregulares; de unos 2 cm de largo), que se unen, superior e inferiormente, al tronco celíaco (v. figs. 2-88A y 2-89). La *raíz parasimpática* del plexo celíaco es un ramo del *tronco vagal posterior*, que contiene fibras de los nervios vagos derecho e izquierdo. Las *raíces simpáticas* del plexo celíaco son los nervios esplácnicos mayor y menor.

El *plexo mesentérico superior* y el ganglio o los ganglios mesentéricos superiores rodean el origen de la AMS. El plexo tiene una raíz media y dos raíces laterales. La raíz media procede del plexo celíaco y las raíces laterales se originan en los nervios esplácnicos menor e imo, a veces con una contribución del primer ganglio lumbar del tronco simpático.

El **plexo mesentérico inferior** rodea a la arteria mesentérica inferior y emite divisiones para sus ramas. Recibe una raíz medial del plexo intermesentérico y raíces laterales de los ganglios lumbares de los troncos simpáticos. También puede encontrarse un *ganglio mesentérico inferior* justo inferior a la raíz de la arteria mesentérica inferior.

El **plexo intermesentérico** forma parte del plexo nervioso aórtico situado entre las arterias mesentéricas superior e inferior. Da origen a los plexos renal, testicular u ovárico, y ureteral.

El **plexo hipogástrico superior** se continúa con el plexo intermesentérico y el plexo mesentérico inferior, y se sitúa anterior a la porción inferior de la aorta abdominal en su bifurcación (tabla 2-12). Los **nervios hipogástricos** derecho e izquierdo unen el plexo hipogástrico superior con el plexo hipogástrico inferior. El plexo hipogástrico superior da fibras para los *plexos ureteral* y *testicular*, y un plexo a cada arteria ilíaca común.

El **plexo hipogástrico inferior** de cada lado está formado por nervios hipogástricos del plexo hipogástrico superior. Los plexos derecho e izquierdo están situados a los lados del recto, el cuello uterino y la vejiga urinaria. Los plexos reciben pequeñas ramas de los ganglios simpáticos sacros superiores y de las fibras parasimpáticas sacras eferentes de los nervios espinales S2-4 (*nervios esplácnicos pélvicos [parasimpáticos]*). Las extensiones del plexo hipogástrico inferior envían fibras autónomas a lo largo de los vasos sanguíneos, que forman plexos viscerales en las paredes de las vísceras pélvicas (p. ej., *plexos rectal* y *vesical*).

Puntos fundamentales

INERVACIÓN DE LAS VÍSCERAS ABDOMINALES

Inervación simpática. Las fibras nerviosas simpáticas presinápticas que intervienen en la inervación de las vísceras abdominales se originan en los cuerpos celulares de los dos tercios inferiores del núcleo intermediolateral (niveles T5-6 a L2-3 de la médula espinal) y viajan a través de nervios espinales, ramos anteriores y ramos comunicantes blancos a los troncos simpáticos. ♦ Las fibras atraviesan los ganglios paravertebrales de los troncos sin establecer sinapsis, continuando como componentes de los nervios esplácnicos abdominopélvicos. Estos nervios las conducen hasta el plexo aórtico abdominal, donde se unen con fibras parasimpáticas presinápticas procedentes del nervio vago. ♦ Las fibras simpáticas pasan a los ganglios prevertebrales, que en su mayoría se encuentran agrupados alrededor de las ramas principales de la aorta abdominal. Tras hacer sinapsis en los ganglios, las fibras simpáticas postsinápticas se unen a las fibras parasimpáticas presinápticas, y viajan a través de los plexos periarteriales situados alrededor de las ramas de la aorta abdominal hasta alcanzar las vísceras. ♦ Una continuación del plexo aórtico abdominal inferior a la bifurcación de la aorta (los plexos hipogástricos superior e inferior) conduce la inervación simpática para la mayoría de las vísceras pélvicas. Las fibras simpáticas inervan principalmente los vasos sanguíneos de las vísceras abdominales e inhiben la estimulación parasimpática. ♦ Las fibras parasimpáticas hacen sinapsis sobre o en el espesor de las paredes de las vísceras con neuronas parasimpáticas postsinápticas intrínsecas, que finalizan en el músculo liso o las glándulas de las vísceras.

Inervación parasimpática. El nervio vago aporta fibras parasimpáticas para el tubo digestivo desde el esófago hasta el colon transverso. ♦ Los nervios esplácnicos pélvicos inervan el colon descendente y sigmoide, y el recto. La estimulación parasimpática promueve el peristaltismo y la secreción (aunque gran parte de esta última se suele regular hormonalmente).

Inervación sensitiva. Las fibras viscerales aferentes siguen las fibras autónomas retrógradamente hacia los ganglios sensitivos. ♦ Las fibras aferentes que conducen las sensaciones dolorosas de las vísceras abdominales proximales a la mitad del colon sigmoide discurren con las fibras simpáticas hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales toracolumbares; todas las demás fibras aferentes viscerales discurren con las fibras parasimpáticas. Así, las fibras aferentes viscerales que transportan información refleja desde el intestino proximal a la mitad del colon sigmoide pasan a los ganglios sensitivos vagales; las fibras que transportan información dolorosa y refleja del intestino distal a la mitad del colon sigmoide pasan a los ganglios sensitivos espinales S2-4.

DIAFRAGMA

El **diafragma** es una estructura musculotendinosa, en forma de doble cúpula, que separa la cavidad torácica de la abdominal. Forma el suelo convexo de la cavidad torácica y el techo cóncavo de la cavidad abdominal (fig. 2-91A y B). El diafragma es el principal músculo inspiratorio (en realidad, de toda la respiración, ya que la espiración es básicamente pasiva). Desciende durante la inspiración; sin embargo, sólo se mueve su porción central, porque su periferia, como origen fijo del músculo, se une al margen inferior de la caja torácica y las vértebras lumbares superiores.

El *pericardio,* que contiene el corazón, descansa en la parte central del diafragma y lo deprime ligeramente (fig. 2-92A). El diafragma se curva superiormente y forma las *cúpulas derecha* e *izquierda;* normalmente, la cúpula derecha es más alta que la izquierda, debido a la presencia del hígado. Durante la espiración, la cúpula derecha se eleva hasta la 5.ª costilla y la cúpula izquierda asciende hasta el 5.° espacio intercostal. El nivel de las cúpulas diafragmáticas varía según:

- La fase de la respiración (inspiración o espiración).
- La postura (p. ej., decúbito supino o bipedestación).
- El tamaño y el grado de distensión de las vísceras abdominales.

La porción muscular del diafragma está situada periféricamente, con fibras que convergen radialmente en la porción aponeurótica central trifoliada, el **centro tendinoso** (v. fig. 2-91). Este tendón no tiene inserciones óseas y está dividido incompletamente en tres hojas, asemejándose a un trébol ancho (fig. 2-91B). Aunque se sitúa cerca del centro del diafragma, el centro tendinoso está más próximo a la porción anterior del tórax.

El centro tendinoso está perforado por el *orificio de la vena cava,* por donde pasa la porción terminal de la VCI para entrar en el corazón. La porción muscular circundante forma una lámina continua; sin embargo, a efectos descriptivos y de acuerdo con sus inserciones periféricas, se divide en tres partes:

- Una **porción esternal,** formada por dos bandas musculares que se insertan en la cara posterior de la apófisis xifoides; esta porción no siempre está presente.
- Una **porción costal,** compuesta por bandas musculares anchas que se insertan en las caras internas de los seis cartílagos costales inferiores y las costillas adyacentes en cada lado; esta porción forma las cúpulas derecha e izquierda del diafragma.
- Una **porción lumbar,** que se origina en dos arcos aponeuróticos, los *ligamentos arqueados medial* y *lateral,* y las tres vértebras lumbares superiores; esta porción forma los pilares musculares derecho e izquierdo, que ascienden hacia el centro tendinoso.

Los **pilares del diafragma** son haces musculotendinosos que se originan en las caras anteriores de los cuerpos de las tres vértebras lumbares superiores, el ligamento longitudinal anterior y los discos intervertebrales. El **pilar derecho,** más ancho y largo que el izquierdo, se origina en las tres o cuatro primeras vértebras lumbares, mientras que el **pilar izquierdo** lo hace en las dos o tres primeras. Resulta curioso que el *hiato esofágico,* que se encuentra a la izquierda de la línea media, sea una formación del pilar derecho; sin embargo, si se siguen las fibras musculares que limitan

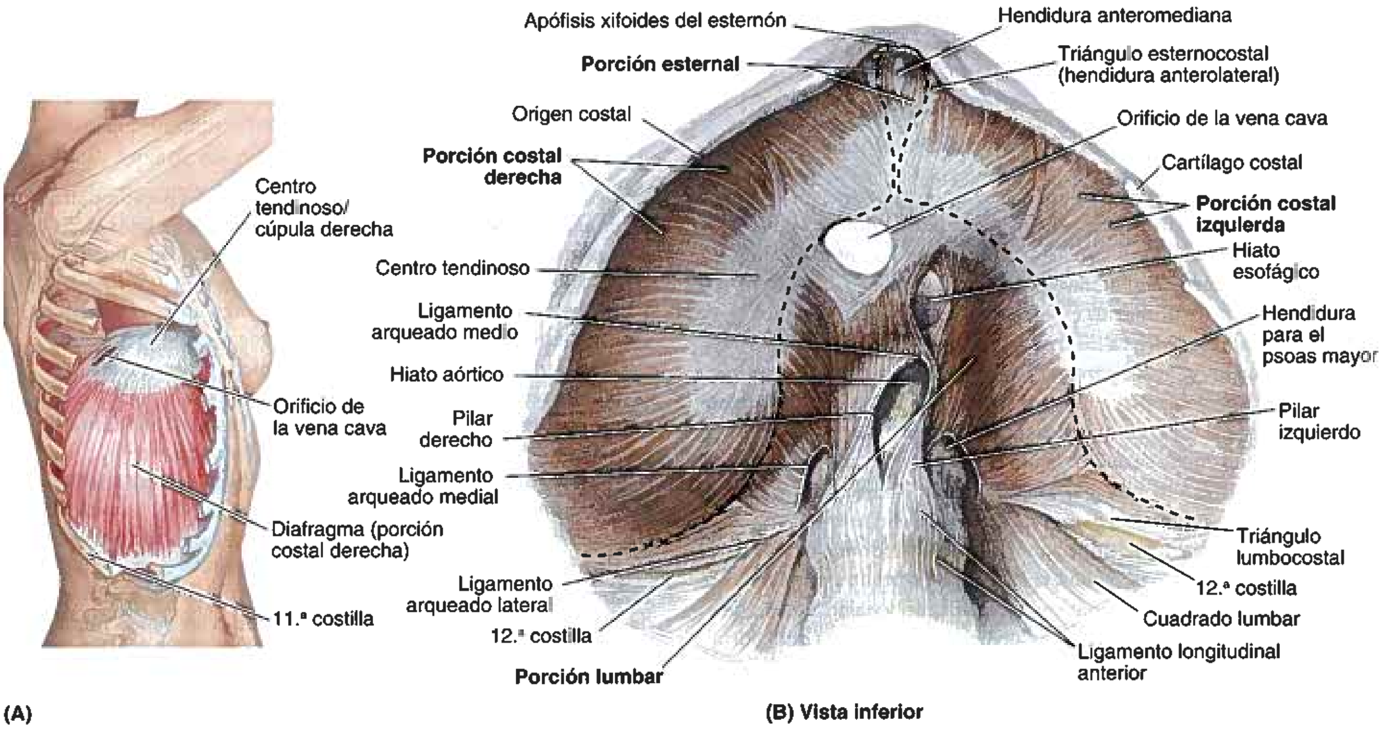
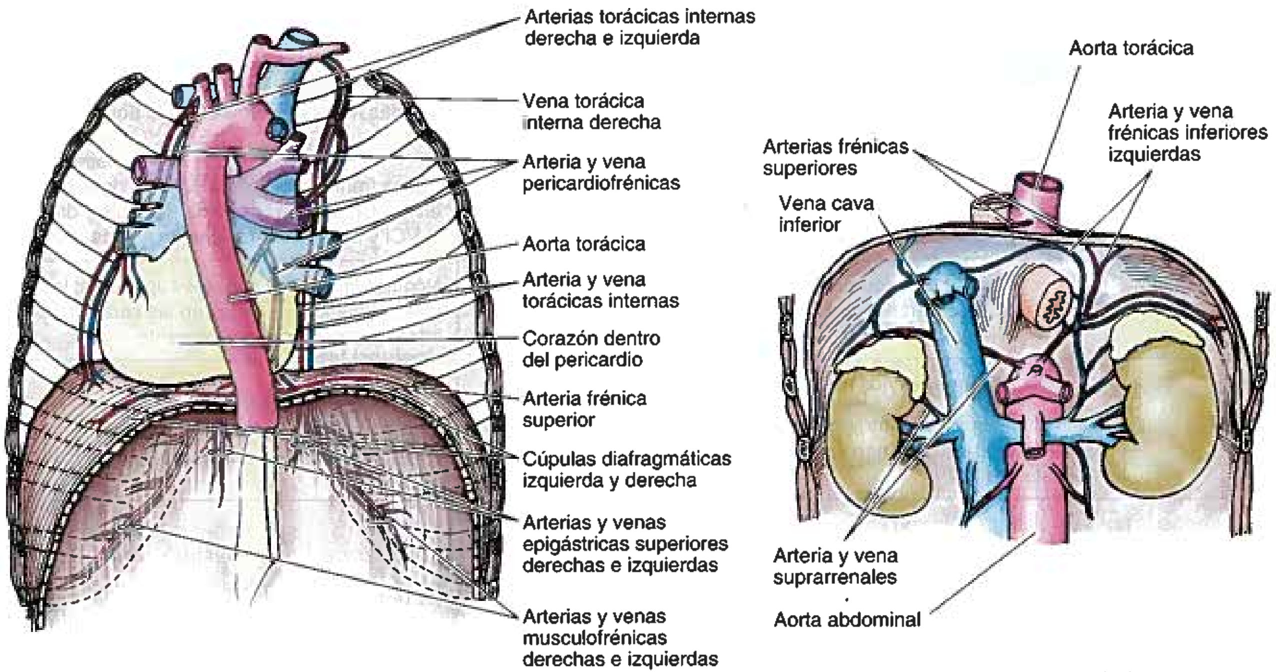

Centro tendinoso/ cúpula derecha
Orificio de la vena cava
Diafragma (porción costal derecha)
11.ª costilla
(A)
Apófisis xifoides del esternón
Porción esternal
Origen costal
Porción costal derecha
Centro tendinoso
Ligamento arqueado medio
Hiato aórtico
Pilar derecho
Ligamento arqueado medial
Ligamento arqueado lateral
12.ª costilla
Porción lumbar
Hendidura anteromediana
Triángulo esternocostal (hendidura anterolateral)
Orificio de la vena cava
Cartílago costal
Porción costal izquierda
Hiato esofágico
Hendidura para el psoas mayor
Pilar izquierdo
Triángulo lumbocostal
12.ª costilla
Cuadrado lumbar
Ligamento longitudinal anterior
(B) Vista inferior

FIGURA 2-91. Inserciones, ubicación y características de la cara abdominal del diafragma. A. Se han eliminado la pared torácica y la parrilla costal para mostrar las inserciones y la convexidad de la cúpula derecha del diafragma. **B.** Las porciones musculares esternal, costal y lumbar del diafragma (silueteadas con una *línea discontinua*) convergen centralmente en el centro tendinoso trifoliado, la inserción aponeurótica de las fibras musculares diafragmáticas.


Arterias torácicas internas derecha e izquierda
Vena torácica interna derecha
Arteria y vena pericardiofrénicas
Aorta torácica
Arteria y vena torácicas internas
Corazón dentro del pericardio
Arteria frénica superior
Cúpulas diafragmáticas izquierda y derecha
Arterias y venas epigástricas superiores derechas e izquierdas
Arterias y venas musculofrénicas derechas e izquierdas
Aorta torácica
Arteria y vena frénicas inferiores izquierdas
Arterias frénicas superiores
Vena cava inferior
Arteria y vena suprarrenales
Aorta abdominal

(A) Arterias y venas de la cara superior del diafragma, vista posterior

(B) Arterias y venas de la cara inferior del diafragma, vista anterior

FIGURA 2-92. Vasos sanguíneos del diafragma. A. Arterias y venas de la cara superior del diafragma. **B.** Arterias y venas de la cara inferior del diafragma.

cada lado del hiato, se comprueba que pasan a la derecha del hiato aórtico.

Los pilares izquierdo y derecho, y el **ligamento arqueado medio** que los une al curvarse por encima de la cara anterior de la aorta, forman el *hiato aórtico*. El diafragma también se inserta a cada lado en los *ligamentos arqueados medial y lateral*. El **ligamento arqueado medial** es un engrosamiento de la fascia que cubre el músculo psoas mayor y se extiende entre los cuerpos vertebrales lumbares y el extremo de la apófisis transversa de L1. El **ligamento arqueado lateral** cubre el cuadrado lumbar, extendiéndose desde la apófisis transversa de L12 hasta el extremo de la 12.ª costilla.

La cara superior del centro tendinoso del diafragma se fusiona con la cara inferior del pericardio fibroso, la parte externa, fuerte, del *saco pericárdico* fibroseroso que contiene al corazón.

Vasos y nervios del diafragma

Las arterias del diafragma se ramifican en las caras superior (torácica) e inferior (abdominal) del diafragma. Las *arterias que irrigan la cara superior del diafragma* (fig. 2-92; tabla 2-13) son las **arterias pericardiofrénica** y **musculofrénica**, ramas de la arteria torácica interna, y las **arterias frénicas superiores** que se originan en la aorta torácica. Las *arterias que irrigan la cara inferior del diafragma* son las **arterias frénicas inferiores,** que característicamente son las primeras ramas de la *aorta abdominal;* sin embargo, también pueden originarse en el tronco celíaco.

Las *venas que drenan la cara superior del diafragma* son las **venas pericardiofrénicas** y **musculofrénicas,** que drenan en las *venas torácicas internas*, y en el lado derecho una **vena frénica superior,** que drena en la VCI. Algunas venas de la curvatura posterior del diafragma drenan en las *venas ácigos* y *hemiácigos* (v. cap. 1). Las *venas que drenan la cara inferior del diafragma* son las *venas frénicas inferiores*. La **vena frénica inferior derecha** suele desembocar en la VCI, mientras que la **vena frénica inferior izquierda** es generalmente doble: la rama anterior al hiato esofágico termina en la VCI, mientras que la otra rama, más posterior, suele unirse a la vena suprarrenal izquierda. Las venas frénicas derecha e izquierda pueden anastomosarse entre sí.

Los *plexos linfáticos de las caras torácica y abdominal del diafragma* se comunican libremente (fig. 2-93A). Los **nódulos linfáticos diafragmáticos anteriores** y **posteriores** se encuentran en la cara torácica del diafragma. La linfa de estos nódulos drena en los *nódulos linfáticos paraesternales, mediastínicos posteriores* y *frénicos*. Los vasos linfáticos de la cara abdominal del diafragma drenan en los nódulos linfáticos diafragmáticos anteriores, frénicos y *lumbares superiores* (*de la cava/aórticos*). Los capilares linfáticos son densos en la cara inferior del diafragma, y constituyen el principal medio de absorción del líquido peritoneal y de las sustancias que se introducen mediante inyección intraperitoneal.

Toda la *inervación motora del diafragma* procede de los **nervios frénicos derecho** e **izquierdo,** cada uno de los cuales se origina de los ramos anteriores de los segmentos medulares C3-5 y se distribuye por la mitad homolateral del diafragma desde su cara inferior (fig. 2-93B). Los *nervios frénicos* también aportan la mayor parte de la *inervación sensitiva* (*dolor y propiocepción*) *del diafragma*. Las porciones periféricas del diafragma reciben su inervación sensitiva de los **nervios intercostales** (los seis o siete inferiores) y de los nervios subcostales.

TABLA 2-13. VASOS Y NERVIOS DEL DIAFRAGMA

Vasos y nervios	Cara superior del diafragma	Cara inferior del diafragma
Irrigación arterial	Arterias frénicas superiores de la aorta torácica; arterias musculofrénicas y pericardiofrénicas de las arterias torácicas internas	Arterias frénicas inferiores de la aorta abdominal
Drenaje venoso	Las venas musculofrénicas y pericardiofrénicas drenan en las venas torácicas internas; la vena frénica superior (lado derecho) drena en la vena cava inferior	Venas frénicas inferiores: la vena derecha drena en la VCI; la vena izquierda es doble y drena en la VCI y la vena suprarrenal izquierda
Drenaje linfático	Nódulos linfáticos diafragmáticos hacia los nódulos frénicos, y luego hacia los nódulos paraesternales y mediastínicos posteriores	Nódulos linfáticos lumbares superiores; los plexos linfáticos situados en las caras superior e inferior se comunican libremente
Inervación	Inervación motora: nervios frénicos (C3-5) Inervación sensitiva: centralmente por los nervios frénicos (C3-5); periféricamente por los nervios intercostales (T5-11) y los nervios subcostales (T12)	

Orificios del diafragma

Los **orificios** (hiatos) **del diafragma** permiten el paso de estructuras (vasos, nervios y linfáticos) entre el tórax y el abdomen (figs. 2-91, 2-92 y 2-94). Hay tres grandes orificios para la VCI, el esófago y la aorta, y una serie de orificios menores.

ORIFICIO DE LA VENA CAVA

El **orificio de la vena cava** es una abertura en el centro tendinoso destinada principalmente al paso de la VCI. También lo atraviesan ramos terminales del nervio frénico derecho y algunos vasos linfáticos en su camino desde el hígado hacia los nódulos linfáticos frénicos medios y mediastínicos. El orificio de la vena cava se localiza a la derecha del plano medio, en la unión de las hojas derecha y media del centro tendinoso. El orificio de la vena cava, el más superior de los tres orificios diafragmáticos, se sitúa al nivel del disco intervertebral entre las vértebras T8 y T9. La VCI se adhiere al borde del orificio; en consecuencia, cuando el diafragma se contrae durante la inspiración, aumenta el calibre del orificio y la VCI se dilata. Estos cambios facilitan el flujo sanguíneo hacia el corazón a través de esta gran vena.

HIATO ESOFÁGICO

El **hiato esofágico** es un orificio oval para el esófago situado en el músculo del pilar derecho del diafragma al nivel de la vértebra T10. Por el hiato esofágico también pasan los troncos vagales anterior

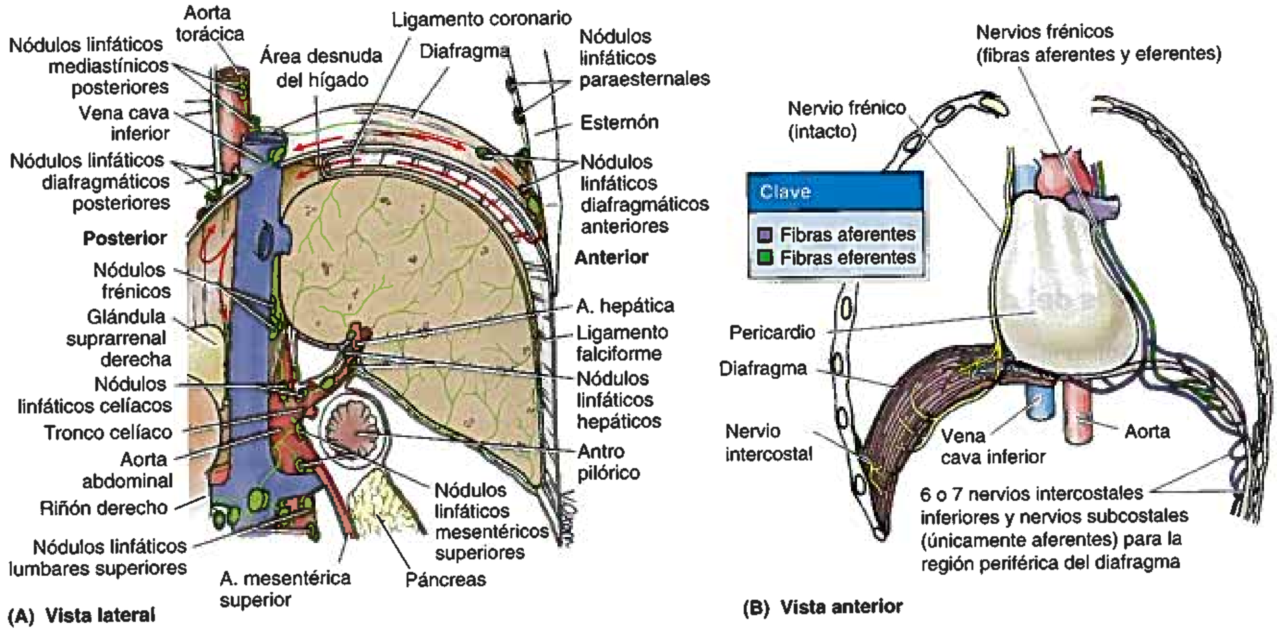

Aorta torácica
Nódulos linfáticos mediastínicos posteriores
Vena cava inferior
Nódulos linfáticos diafragmáticos posteriores
Posterior
Nódulos frénicos
Glándula suprarrenal derecha
Nódulos linfáticos celíacos
Tronco celíaco
Aorta abdominal
Riñón derecho
Nódulos linfáticos lumbares superiores
A. mesentérica superior
Área desnuda del hígado
Ligamento coronario
Diafragma
Nódulos linfáticos paraesternales
Esternón
Nódulos linfáticos diafragmáticos anteriores
Anterior
A. hepática
Ligamento falciforme
Nódulos linfáticos hepáticos
Antro pilórico
Nódulos linfáticos mesentéricos superiores
Páncreas
(A) Vista lateral
Nervios frénicos (fibras aferentes y eferentes)
Nervio frénico (intacto)
Clave
🟪 Fibras aferentes
🟩 Fibras eferentes
Pericardio
Diafragma
Nervio intercostal
Vena cava inferior
Aorta
6 o 7 nervios intercostales inferiores y nervios subcostales (únicamente aferentes) para la región periférica del diafragma
(B) Vista anterior

FIGURA 2-93. **Vasos y nódulos linfáticos, y nervios del diafragma. A.** Los vasos linfáticos forman dos plexos, uno en la cara superior del diafragma y el otro en su cara inferior; ambos plexos se comunican libremente. **B.** Los nervios frénicos aportan toda la inervación motora del diafragma y la mayor parte de la inervación sensitiva. Los seis o siete nervios intercostales inferiores y los nervios subcostales aportan la inervación sensitiva periférica.

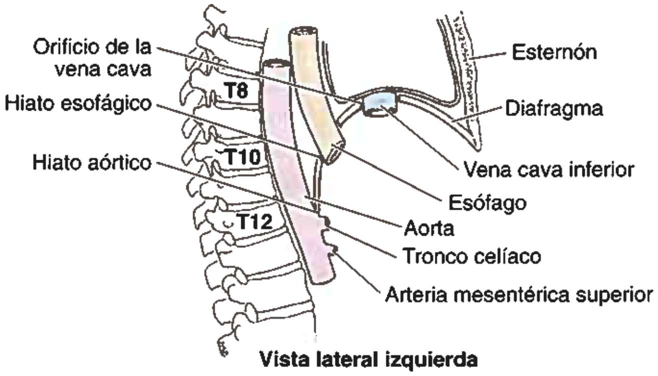


FIGURA 2-94. Orificios del diafragma. La secuencia «8-10-12» es una regla mnemotécnica simple para recordar los niveles vertebrales torácicos donde la vena cava inferior, el esófago y la aorta atraviesan el diafragma.

y posterior, ramas esofágicas de los vasos gástricos izquierdos y unos pocos vasos linfáticos. Las fibras del pilar derecho se decusan (se cruzan entre sí) inferiormente al hiato y forman un esfínter muscular para el esófago, al cual constriñen cuando se contrae el diafragma. En la mayoría de los individuos (70 %), los dos bordes del hiato están formados por haces musculares del pilar derecho; en otros (30 %), un haz muscular superficial del pilar izquierdo contribuye a formar el borde derecho del hiato.

HIATO AÓRTICO

El **hiato aórtico** es un orificio posterior del diafragma para el paso de la aorta. Como la aorta no perfora el diafragma, el flujo sanguíneo por esta arteria no se ve afectado por los movimientos del músculo durante la respiración. La aorta pasa entre los pilares del diafragma posterior al ligamento arqueado medio, que se encuentra al nivel del borde inferior de la vértebra T12. Por el hiato aórtico también pasan el conducto torácico y, en ocasiones, las venas ácigos y hemiácigos.

OTROS ORIFICIOS DIAFRAGMÁTICOS

Además de los tres orificios principales, entre las inserciones esternal y costal del diafragma hay un pequeño orificio, el **triángulo** (agujero) **esternocostal.** A través de este triángulo pasan vasos linfáticos de la cara diafragmática del hígado y los vasos epigástricos superiores. Los troncos simpáticos pasan profundos al ligamento arqueado medial, acompañados por los nervios esplácnicos imos. Hay dos pequeños orificios en cada uno de los pilares del diafragma; por uno de ellos pasa el nervio esplácnico mayor, y por el otro el nervio esplácnico menor.

Acciones del diafragma

Cuando el diafragma se contrae, sus cúpulas se mueven inferiormente, de modo que la convexidad del diafragma se aplana un poco. Aunque este movimiento se describe a menudo como «descenso del diafragma», sólo descienden sus cúpulas; la periferia del diafragma se mantiene fija a las costillas y a los cartílagos costales de las seis costillas inferiores. A medida que el diafragma desciende, empuja las vísceras abdominales inferiormente. Esto aumenta el volumen de la cavidad torácica y reduce la presión intratorácica, con la consiguiente entrada de aire en los pulmones. Además, el volumen de la cavidad abdominal disminuye levemente y la presión intraabdominal aumenta en la misma medida.

Los movimientos del diafragma son también importantes en la circulación, porque el aumento de la presión intraabdominal y la disminución de la presión intratorácica ayudan al retorno de la sangre venosa hacia el corazón. Cuando el diafragma se contrae, con la compresión de las vísceras abdominales la sangre de la VCI es forzada superiormente en dirección al corazón.

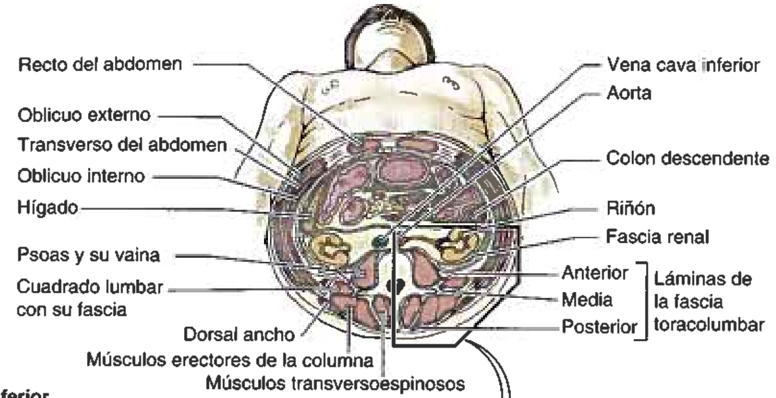
El diafragma se encuentra en su nivel más elevado cuando la persona se sitúa en decúbito supino (y con la parte superior del cuerpo más baja, la *posición de Trendelenburg*). En esta posición, las vísceras abdominales empujan al diafragma superiormente en la cavidad torácica. Cuando una persona se tumba de lado, el hemidiafragma asciende a una posición más alta debido al mayor empuje de las vísceras de ese lado. A la inversa, el diafragma se sitúa en un nivel inferior cuando la persona está sentada o de pie. Por este motivo, las personas con disnea (dificultad para respirar) prefieren sentarse a tumbarse; el volumen respiratorio de reserva aumenta, y el diafragma colabora con la gravedad en lugar de oponerse a ella.

PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

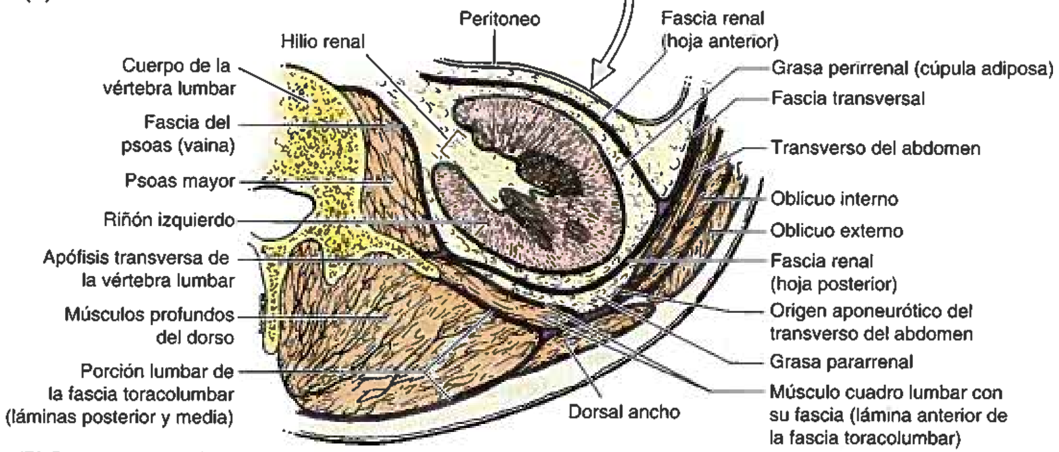
La pared posterior del abdomen (figs. 2-95 a 2-97) está compuesta principalmente por:

- Cinco vértebras lumbares y los correspondientes discos intervertebrales (centralmente).
- Los músculos de la pared posterior del abdomen (psoas mayor, cuadrado lumbar, ilíaco, transverso y oblicuos del abdomen), lateralmente.
- El diafragma, que contribuye a formar la parte superior de la pared posterior.
- La fascia, incluida la fascia toracolumbar.
- El plexo lumbar, compuesto por los ramos anteriores de los nervios espinales lumbares.
- Grasa, nervios, vasos (p. ej., la aorta y la VCI) y nódulos linfáticos.

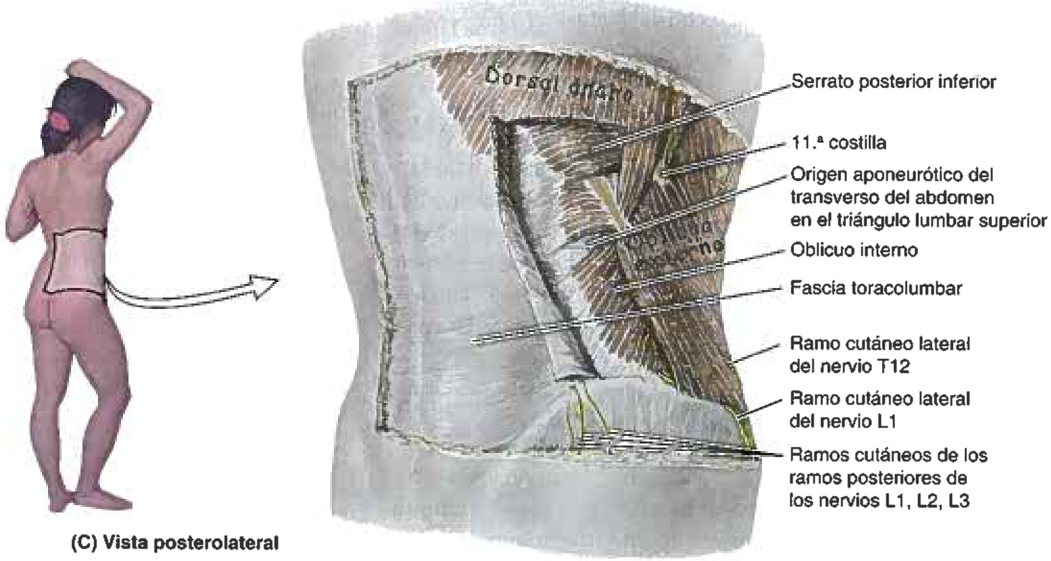
Si únicamente se observa la anatomía de la pared posterior del abdomen en diagramas bidimensionales, como la figura 2-97, sería fácil suponer que es plana. Al observar un cadáver diseccionado o un corte transversal, como en la figura 2-95A y B, resulta evidente que la columna vertebral lumbar forma una destacada prominencia central en la pared posterior, creando dos «surcos» paravertebrales a cada lado. La parte más profunda (más posterior) de los surcos está ocupada por los riñones y la grasa que los rodea. La aorta abdominal se sitúa en la cara anterior de la protrusión anterior formada por la columna vertebral. Normalmente sorprende comprobar lo cerca que se encuentra la aorta abdominal de la pared anterior del abdomen en las personas delgadas (v. fig. C2-37C). Por supuesto, hay muchas estructuras situadas anteriormente a la aorta (AMS, partes del duodeno, páncreas y vena renal izquierda, etc.), por lo que estas «estructuras abdominales posteriores» pueden estar más


Recto del abdomen
Oblicuo externo
Transverso del abdomen
Oblicuo interno
Hígado
Psoas y su vaina
Cuadrado lumbar con su fascia
Dorsal ancho
Músculos erectores de la columna
Músculos transversoespinosos
Vena cava inferior
Aorta
Colon descendente
Riñón
Fascia renal
Anterior
Media
Posterior
Láminas de la fascia toracolumbar

(A) Vista inferior


Peritoneo
Hilio renal
Cuerpo de la vértebra lumbar
Fascia del psoas (vaina)
Psoas mayor
Riñón izquierdo
Apófisis transversa de la vértebra lumbar
Músculos profundos del dorso
Porción lumbar de la fascia toracolumbar (láminas posterior y media)
Dorsal ancho
Fascia renal (hoja anterior)
Grasa perirrenal (cúpula adiposa)
Fascia transversal
Transverso del abdomen
Oblicuo interno
Oblicuo externo
Fascia renal (hoja posterior)
Origen aponeurótico del transverso del abdomen
Grasa pararrenal
Músculo cuadro lumbar con su fascia (lámina anterior de la fascia toracolumbar)

(B) Corte transversal


Dorsal ancho
Oblicuo externo
Serrato posterior inferior
11.ª costilla
Origen aponeurótico del transverso del abdomen en el triángulo lumbar superior
Oblicuo interno
Fascia toracolumbar
Ramo cutáneo lateral del nervio T12
Ramo cutáneo lateral del nervio L1
Ramos cutáneos de los ramos posteriores de los nervios L1, L2, L3

(C) Vista posterolateral

FIGURA 2-95. **Fascias y aponeurosis de la pared del abdomen a nivel de los hilios renales. A.** Corte transversal que muestra las relaciones entre los músculos, las vainas musculares aponeuróticas y las fascias de la pared del abdomen. Los tres músculos planos abdominales que forman las paredes laterales se extienden entre formaciones aponeuróticas anteriores y posteriores complejas que envuelven a los músculos verticales. Las delgadas paredes anterolaterales (en la ilustración se ven desproporcionadamente gruesas) son distensibles. Aunque la pared posterior del abdomen es flexible, soporta peso, por lo que está reforzada por la columna vertebral y los músculos que actúan sobre ella; por lo tanto, no es distensible. **B.** Detalles de la situación de las hojas aponeuróticas y fasciales de la pared posterior del abdomen. La fig. 2-5B ilustra detalles de las estructuras correspondientes en la pared anterior del abdomen. **C.** Vista tridimensional de la región que se muestra en la sección **B.**

cerca de la pared anterior del abdomen de lo que cabría esperar en las personas delgadas, sobre todo cuando están en decúbito supino.

Fascia de la pared posterior del abdomen

La pared posterior del abdomen está cubierta por una capa continua de fascia endoabdominal, que se sitúa entre el peritoneo parietal y los músculos (v. fig. 2-95B). La fascia que tapiza la pared posterior del abdomen se continúa con la fascia transversal, que recubre el músculo transverso del abdomen. La denominación de la fascia se corresponde con la estructura que cubre.

La **fascia del psoas**, que recubre el músculo psoas mayor **(vaina del psoas),** se fija medialmente a las vértebras lumbares y a la línea terminal. La fascia del psoas se engruesa superiormente, forma el *ligamento arqueado medial* (v. fig. 2-91) y se fusiona lateralmente con la *fascia del cuadrado lumbar* y la *fascia toracolumbar* (fig. 2-95B). Inferior a la cresta ilíaca, la fascia del psoas se continúa con la porción de la fascia ilíaca que cubre al músculo ilíaco.

La **fascia toracolumbar** es un amplio complejo fascial insertado medialmente en la columna vertebral, que en la región lumbar consta de una lámina anterior, otra media y otra posterior, que envuelven a los músculos que se encuentran entre ellas (v. fig. 2-95B y C). Es delgada y transparente en las zonas donde cubre las porciones torácicas de los músculos profundos, pero gruesa y fuerte en la región lumbar. Las **láminas posterior** y **media de la fascia toracolumbar** envuelven a los músculos profundos verticales del dorso (erector de la columna) de forma comparable a cómo envuelve los rectos del abdomen la vaina de los rectos en la cara anterior (v. fig. 2-95A). Sin embargo, esta vaina posterior es todavía más imponente que la vaina de los rectos, debido al grosor de su lámina posterior y a su fijación central a las vértebras lumbares, a diferencia de las vainas de los rectos, que carecen de soporte óseo en la línea alba, donde se fusionan entre sí. La porción lumbar de esta lámina posterior, que se extiende entre la 12.ª costilla y la cresta ilíaca, se une lateralmente a los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen, al igual que ocurre con la vaina de los rectos. Sin embargo, a diferencia de la vaina de los rectos, la fascia toracolumbar no se une al oblicuo externo; lo hace en el dorsal ancho (v. fig. 2-95B y C).

La **lámina anterior de la fascia toracolumbar (fascia del cuadrado lumbar)**, que cubre la cara anterior del músculo cuadrado lumbar —una lámina más delgada y transparente que las otras dos láminas— se une a las caras anteriores de las apófisis transversas de las vértebras lumbares, la cresta ilíaca y la 12.ª costilla (figs. 2-95B y 2-97). La lámina anterior de la fascia toracolumbar se continúa lateralmente con el origen aponeurótico del músculo transverso del abdomen. Se engruesa superiormente, formando los *ligamentos arqueados laterales*, y se adhiere inferiormente a los **ligamentos iliolumbares** (fig. 2-97).

Músculos de la pared posterior del abdomen

Los principales músculos, pares, que constituyen la pared posterior del abdomen (fig. 2-96; tabla 2-14) son:

- El *psoas mayor*, que discurre inferolateralmente.
- El *ilíaco*, que se extiende a lo largo de la cara lateral de la porción inferior del psoas mayor.
- El *cuadrado lumbar*, que se sitúa adyacente a las apófisis transversas de las vértebras lumbares y lateral a la porción superior del psoas mayor.

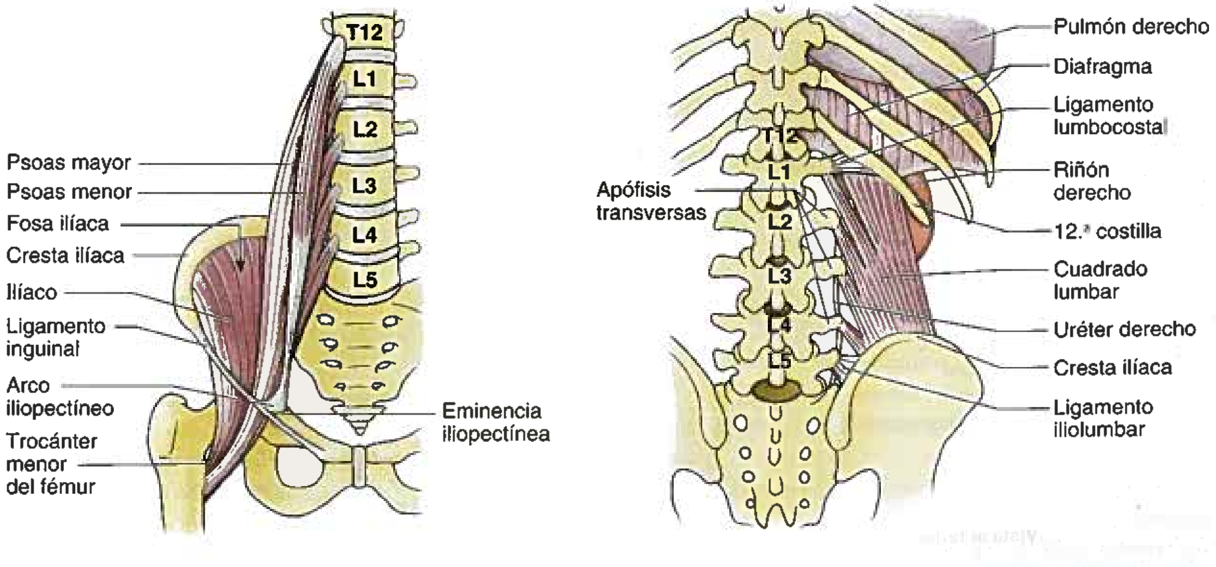
En la tabla 2-14 se describen las inserciones, la inervación y las principales acciones de estos músculos.

PSOAS MAYOR

El **psoas mayor**, un músculo largo, grueso y fusiforme, se sitúa lateral a las vértebras lumbares (figs. 2-96A y 2-97). *Psoas* es una palabra griega que significa «músculo del lomo». (Para los carniceros, el psoas de los animales es el *solomillo*.) El psoas pasa inferolateralmente, profundo al ligamento inguinal, hasta alcanzar el trocánter menor del fémur. El plexo nervioso lumbar está incluido en la porción posterior del psoas, anterior a las apófisis transversas lumbares.

ILÍACO

El **ilíaco** es un gran músculo triangular que se sitúa a lo largo de la cara lateral de la porción inferior del psoas. La mayor parte de sus fibras se unen al tendón del psoas mayor. Junto con el psoas, el músculo ilíaco forma el **iliopsoas,** el principal flexor del muslo. También es un estabilizador de la articulación de la cadera, y ayuda a mantener la postura erecta en dicha articulación. El psoas y el ilíaco colaboran en la flexión de la cadera; sin embargo, sólo el



Vista anterior

Vista posterior

FIGURA 2-96. Músculos de la pared posterior del abdomen.

TABLA 2-14. MÚSCULOS DE LA PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

Músculo	Inserciones superiores	Inserciones inferiores	Inervación	Acción principal
Psoas mayor	Apófisis transversas de las vértebras lumbares; lados de los cuerpos de las vértebras T12-L5 y discos intervertebrales correspondientes	Por un fuerte tendón en el trocánter menor del fémur	Ramos anteriores de los nervios lumbares L1, L2, L3	Cuando actúa inferiormente con el ilíaco, flexiona el muslo Cuando actúa superiormente, flexiona la columna vertebral lateralmente Se utiliza para equilibrar el tronco En sedestación, actúa inferiormente con el ilíaco para flexionar el tronco
Ilíaco	Dos tercios superiores de la fosa ilíaca, ala del sacro y ligamentos sacroilíacos anteriores	Trocánter menor del fémur y cuerpo del fémur inferior a éste, y tendón del psoas mayor	Nervio femoral (L2-4)	Flexiona el muslo y estabiliza la articulación de la cadera Actúa con el psoas mayor
Cuadrado lumbar	Mitad medial del borde inferior de la 12.ª costilla y vértices de las apófisis transversas de las vértebras lumbares	Ligamento iliolumbar y labio interno de la cresta ilíaca	Ramos anteriores de los nervios T12 y L1-4	Extiende y flexiona lateralmente la columna vertebral Fija la 12.ª costilla en la inspiración

psoas puede producir movimientos (flexión o inclinación lateral) de la columna vertebral lumbar.

CUADRADO LUMBAR

El **cuadrado lumbar,** un músculo de forma cuadrangular, forma una gruesa lámina muscular en la pared posterior del abdomen (figs. 2-94A y B, 2-96 y 2-97). Se sitúa adyacente a las apófisis transversas lumbares y es más ancho en su porción inferior. Cerca de la 12.ª costilla es cruzado por el *ligamento arqueado lateral*. El *nervio subcostal* pasa posterior a su ligamento y discurre inferolateralmente sobre el cuadrado lumbar. Ramos del *plexo lumbar* discurren inferiormente por la cara anterior de este músculo.

Nervios de la pared posterior del abdomen

En la pared posterior del abdomen hay nervios somáticos y autónomos (viscerales).

Los *nervios subcostales*, los ramos anteriores de T12, se originan en el tórax, pasan posteriores a los ligamentos arqueados laterales hacia el interior del abdomen, y discurren inferolateralmente sobre la cara anterior del músculo cuadrado lumbar (fig. 2-97). Pasan a través de los músculos transverso y oblicuo interno del abdomen para inervar el músculo oblicuo externo y la piel de la pared anterolateral del abdomen.

Los **nervios espinales lumbares** (L1-5) pasan desde la médula espinal a través de los agujeros intervertebrales situados

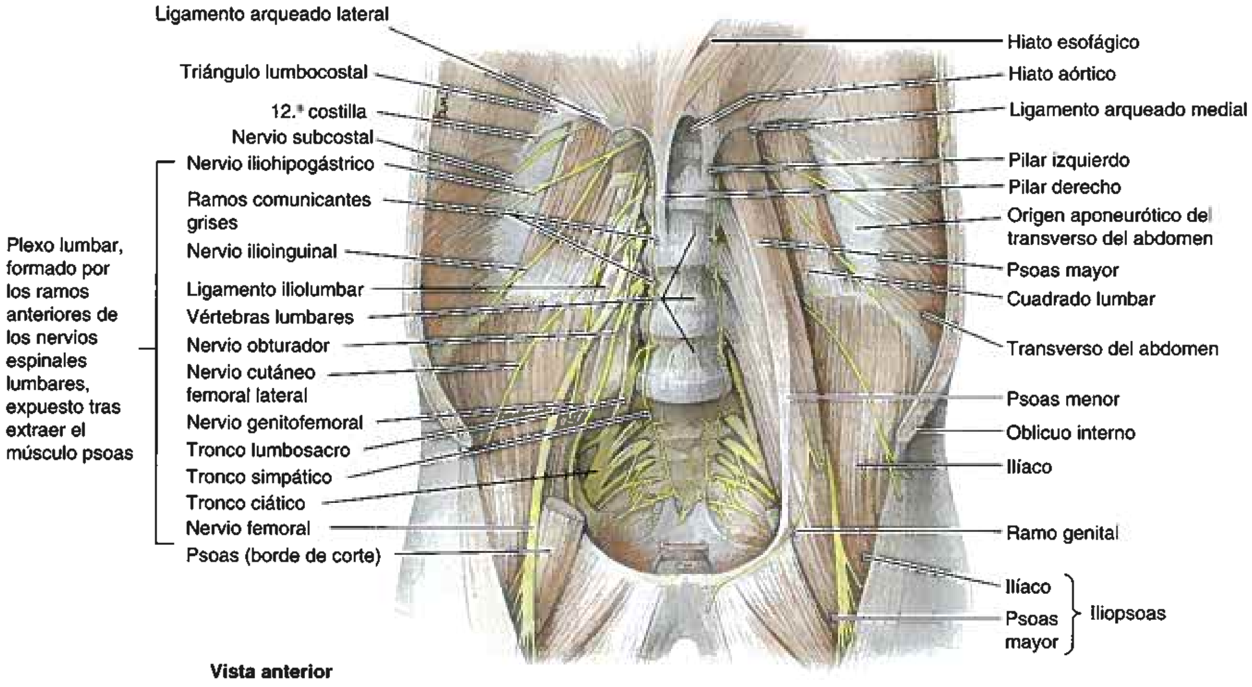

Ligamento arqueado lateral
Triángulo lumbocostal
12.ª costilla
Nervio subcostal
Nervio iliohipogástrico
Ramos comunicantes grises
Nervio ilioinguinal
Ligamento iliolumbar
Vértebras lumbares
Nervio obturador
Nervio cutáneo femoral lateral
Nervio genitofemoral
Tronco lumbosacro
Tronco simpático
Tronco ciático
Nervio femoral
Psoas (borde de corte)
Plexo lumbar, formado por los ramos anteriores de los nervios espinales lumbares, expuesto tras extraer el músculo psoas
Hiato esofágico
Hiato aórtico
Ligamento arqueado medial
Pilar izquierdo
Pilar derecho
Origen aponeurótico del transverso del abdomen
Psoas mayor
Cuadrado lumbar
Transverso del abdomen
Psoas menor
Oblicuo interno
Ilíaco
Ramo genital
Ilíaco
Psoas mayor
Iliopsoas
Vista anterior

FIGURA 2-97. Músculos y nervios de la pared posterior del abdomen. Se ha extraído la mayor parte del psoas mayor derecho para mostrar que el plexo nervioso lumbar está formado por los ramos anteriores de los primeros nervios espinales lumbares y que se encuentra en el espesor del psoas mayor.

inferiormente a las vértebras correspondientes, donde se dividen en ramos posterior y anterior. Cada ramo contiene fibras sensitivas y motoras. Los ramos posteriores discurren posteriormente para inervar los músculos del dorso y la piel suprayacente, mientras que los ramos anteriores discurren inferolateralmente a través del psoas mayor para inervar la piel y los músculos de la porción inferior del tronco y el miembro inferior. Las porciones proximales de los ramos anteriores de los nervios espinales L1-2, y ocasionalmente de L3, dan origen a *ramos comunicantes blancos*, que transportan fibras simpáticas presinápticas hacia los troncos simpáticos lumbares.

Los *troncos simpáticos lumbares (porción abdominal de los troncos simpáticos)*, formados por cuatro *ganglios simpáticos paravertebrales* lumbares y por los *ramos interganglionares* que los conectan, se continúan con la porción torácica de los troncos, profundos a los ligamentos arqueados mediales del diafragma. Los troncos lumbares descienden sobre las caras anterolaterales de los cuerpos de las vértebras lumbares en un surco formado por el psoas mayor adyacente. Inferiormente, cruzan el promontorio del sacro y continúan caudalmente hacia el interior de la pelvis como porción sacra de los troncos.

Para inervar la pared abdominal y los miembros inferiores, se establecen sinapsis entre las fibras presinápticas y postsinápticas en los ganglios simpáticos de los troncos simpáticos. Las fibras simpáticas postsinápticas se dirigen, a través de los *ramos comunicantes grises*, hacia los ramos anteriores. Éstos se convierten en los nervios toracoabdominales y subcostales, y el plexo lumbar (nervios somáticos) que estimula las acciones vasomotora, sudomotora y pilomotora en la porción más inferior del tronco y el miembro inferior. Los *nervios esplácnicos lumbares* se originan en la cara medial de los troncos simpáticos lumbares y transportan fibras simpáticas presinápticas que inervan las vísceras pélvicas.

El **plexo nervioso lumbar** se forma anterior a las apófisis transversas de las vértebras lumbares, dentro de la inserción proximal del psoas mayor. Esta red nerviosa está constituida por los ramos anteriores de los nervios L1-4. Los siguientes nervios son ramos del plexo lumbar; los tres mayores se mencionan en primer lugar:

- El **nervio femoral** (L2-4) emerge del borde lateral del psoas mayor, inerva el ilíaco y pasa profundo al ligamento inguinal/tracto iliopúbico, hacia la parte anterior del muslo, para inervar los músculos flexores de la cadera y los extensores de la rodilla.
- El **nervio obturador** (L2-4) emerge del borde medial del psoas mayor y pasa a la pelvis menor inferiormente a la rama superior del pubis (a través del agujero obturador) hacia la cara medial del muslo, inervando los músculos aductores.
- El **tronco lumbosacro** (L4, L5) pasa sobre el ala del sacro y desciende hacia la pelvis para participar en la formación del plexo sacro junto con los ramos anteriores de los nervios S1-4.
- Los **nervios ilioinguinal** e **iliohipogástrico** (L1) se originan del ramo anterior de L1 y entran en el abdomen posteriores al ligamento arqueado medial, y pasan inferolateralmente, anteriores al cuadrado lumbar. Discurren superiores y paralelos a la cresta ilíaca, perforan el músculo transverso del abdomen cerca de la EIAS, y pasan a través de los músculos oblicuos interno y externo del abdomen, para inervar los músculos abdominales y la piel de las regiones púbica e inguinal. La división del ramo anterior de L1 puede producirse tan distalmente como al nivel de la EIAS, de forma que a menudo sólo hay un nervio (L1) cruzando la pared posterior del abdomen en lugar de dos.
- El **nervio genitofemoral** (L1, L2) atraviesa el psoas mayor y discurre inferiormente sobre su cara anterior, profundo a la fascia del psoas; se divide lateralmente a las arterias ilíacas común y externa en los ramos femoral y genital.
- El **nervio cutáneo femoral lateral** (L2, L3) discurre inferolateralmente sobre el músculo ilíaco y entra en el muslo posterior al ligamento inguinal/tracto iliopúbico, justo medial a la EIAS; inerva la piel de la cara anterolateral del muslo.
- Casi en el 10 % de los casos hsy un **nervio obturador accesorio** (L3, L4), que discurre paralelo al borde medial del psoas, anterior al nervio obturador, cruzando superior a la rama superior del pubis en íntima relación con la vena femoral.

Aunque los ramos mayores del plexo lumbar (femoral, obturador y tronco lumbosacro) son constantes en su localización, cabe esperar variaciones en la de sus ramos más pequeños.

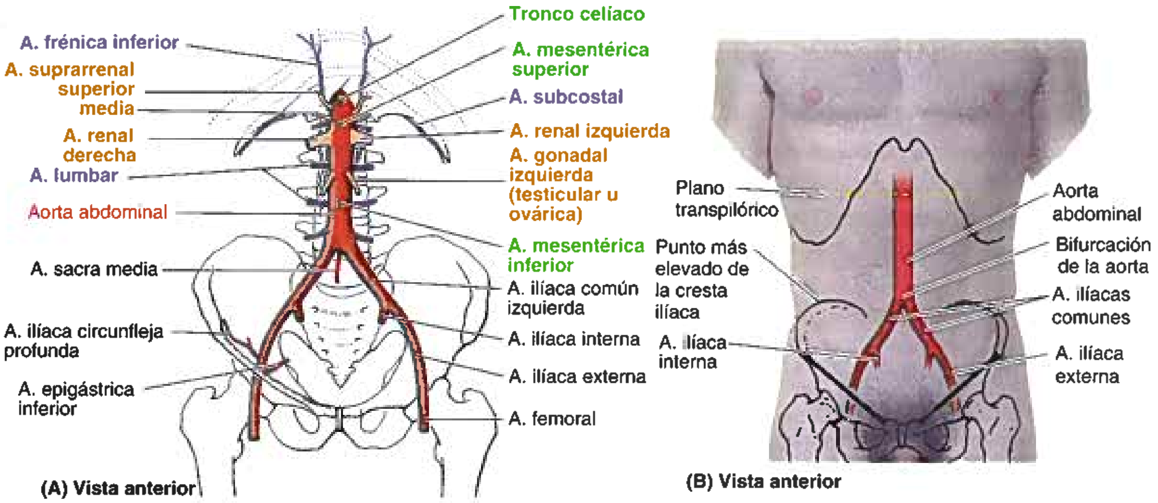
Vasos de la pared posterior del abdomen

El principal paquete vasculonervioso del tronco inferior, que incluye la aorta abdominal, la vena cava inferior y los plexos nerviosos periarteriales aórticos, discurre por la línea media de la pared posterior del abdomen, anterior a los cuerpos de las vértebras lumbares (v. figs. 2-70B y 2-89).

AORTA ABDOMINAL

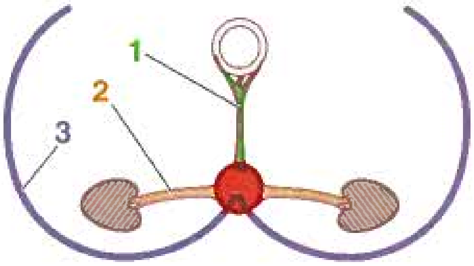
La mayoría de las arterias que irrigan la pared posterior del abdomen se originan de la **aorta abdominal** (fig. 2-98A; tabla 2-15); sin embargo, las **arterias subcostales** proceden de la aorta torácica y se distribuyen inferiores a la 12.ª costilla. La aorta abdominal, de unos 13 cm de largo, empieza en el *hiato aórtico* del diafragma, al nivel de la vértebra T12, y termina al nivel de la vértebra L4, donde se divide en las arterias ilíacas comunes derecha e izquierda. La aorta abdominal puede representarse en la pared anterior del abdomen por una cinta (de unos 2 cm de ancho) que se extiende desde un punto de la línea media, aproximadamente 2,5 cm superior al plano transpilórico, hasta un punto ligeramente (2-3 cm) inferior y a la izquierda del ombligo, al nivel del plano supracrestal (plano que cruza los puntos más elevados de las crestas ilíacas) (fig. 2-98B). En los niños y los adultos delgados, la porción inferior de la aorta abdominal está lo bastante cerca de la pared anterior del abdomen como para poder palpar o apreciar sus latidos cuando la pared está relajada (v. el cuadro azul «Pulsaciones aórticas y aneurisma de la aorta abdominal», p. 319).

Las **arterias ilíacas comunes** divergen y corren inferolateralmente, siguiendo el borde medial de los músculos psoas hacia la línea terminal. En ésta, cada arteria ilíaca común se divide en las **arterias ilíacas interna** y **externa.** La arteria ilíaca interna


A. frénica inferior
A. suprarrenal superior media
A. renal derecha
A. lumbar
Aorta abdominal
A. sacra media
A. ilíaca circunfleja profunda
A. epigástrica inferior
Tronco celíaco
A. mesentérica superior
A. subcostal
A. renal izquierda
A. gonadal izquierda (testicular u ovárica)
A. mesentérica inferior
A. ilíaca común izquierda
A. ilíaca interna
A. ilíaca externa
A. femoral
Plano transpilórico
Punto más elevado de la cresta ilíaca
A. ilíaca interna
Aorta abdominal
Bifurcación de la aorta
A. ilíacas comunes
A. ilíaca externa

(A) Vista anterior

(B) Vista anterior



(C) Tres planos vasculares

FIGURA 2-98. **Arterias de la pared posterior del abdomen —ramas de la aorta. A.** Ramas de la aorta abdominal. **B.** Ramas de la aorta abdominal superior. **C.** Planos vasculares por donde se distribuyen las ramas de la aorta abdominal.

TABLA 2-15. RAMAS DE LA AORTA ABDOMINAL

Plano vascular	Clase	Distribución	Ramas abdominales (arterias)	Nivel vertebral
1. Línea media anterior	Viscerales impares	Tubo digestivo	Tronco celíaco	T12
			Mesentérica superior	L1
			Mesentérica inferior	L3
2. Lateral	Viscerales pares	Órganos urogenitales y endocrinos	Suprarrenal	L1
			Renal	L1
			Gonadal (testicular u ovárica)	L2
3. Posterolateral	Parietales (segmentarias) pares	Diafragma; pared del tronco	Subcostal	L2
			Frénica inferior	T12
			Lumbar	L1-4

entra en la pelvis. (En el capítulo 3 se describen detalladamente su recorrido y sus ramas.) La arteria ilíaca externa sigue el músculo iliopsoas. Justo antes de abandonar el abdomen, la arteria ilíaca externa da origen a las **arterias epigástrica inferior** y **circunfleja ilíaca profunda,** que irrigan la pared anterolateral del abdomen.

Relaciones de la aorta abdominal. De superior a inferior, las importantes relaciones anteriores de la aorta abdominal son:

- El *plexo* y el *ganglio celíacos* (v. figs. 2-55B y 2-71).
- El cuerpo del *páncreas* y la *vena esplénica* (v. fig. 2-71).
- La *vena renal izquierda* (v. figs. 2-83 y 2-92B).
- La porción horizontal del *duodeno*.
- Asas del *intestino delgado*.

La aorta abdominal desciende anterior a los cuerpos de las vértebras T12-L4. Las venas lumbares izquierdas pasan posteriores a la aorta para alcanzar la VCI (fig. 2-99). A la derecha, la aorta se relaciona con la vena ácigos, la cisterna del quilo, el conducto torácico, el pilar derecho del diafragma y el ganglio celíaco derecho. A la izquierda, la aorta se relaciona con el pilar izquierdo del diafragma y el ganglio celíaco izquierdo.

Ramas de la aorta abdominal. Las ramas de la aorta descendente (torácica y abdominal) pueden describirse como originadas y situadas en tres «planos vasculares», y pueden clasificarse como viscerales o parietales, y pares o impares (fig. 2-98A y C; tabla 2-15). Las *ramas parietales pares* de la aorta irrigan el diafragma y la pared posterior del abdomen.

Podría afirmarse que la **arteria sacra media,** una *rama parietal impar,* ocupa un cuarto plano (posterior), porque se origina en la cara posterior de la aorta, justo proximal a su bifurcación. Aunque es mucho más pequeña, también podría considerarse una «continuación» en la línea media de la aorta, en cuyo caso sus ramas laterales, las **pequeñas arterias lumbares** y **las ramas sacras laterales,** también se incluirían entre las ramas parietales pares.

VENAS DE LA PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

Las venas de la pared posterior del abdomen son tributarias de la VCI, excepto la *vena testicular* u *ovárica izquierdas,* que desembocan en la vena renal izquierda en lugar de hacerlo en la VCI (fig. 2-99). La VCI, la vena más grande del cuerpo, carece de válvulas, excepto una variable y no funcional que se encuentra en su orificio de entrada en la aurícula (atrio) derecha del corazón. La VCI retorna sangre poco oxigenada desde los miembros inferiores, la mayor parte del dorso, las paredes abdominales y las vísceras abdominopélvicas. La sangre de las vísceras pasa a través del *sistema venoso porta* y del hígado antes de entrar en la VCI a través de las *venas hepáticas.*

La **vena cava inferior** se forma anterior a la vértebra L5 por la unión de las venas ilíacas comunes. Esta unión tiene lugar, aproximadamente, 2,5 cm a la derecha del plano medio, inferior a la bifurcación de la aorta y posterior a la porción proximal de la arteria ilíaca común derecha (v. fig. 2-76). La VCI asciende por el lado derecho de los cuerpos de las vértebras L3-5 y sobre el músculo psoas mayor derecho, a la derecha de la aorta. La VCI abandona el abdomen pasando a través del *orificio de la vena cava* en el diafragma para entrar en el tórax a nivel de la vértebra T8. Como se forma a un nivel vertebral por debajo de la bifurcación aórtica y atraviesa el diafragma cuatro niveles más arriba del hiato aórtico, la longitud total de la VCI es de 7 cm más que la aorta abdominal, aunque la mayor parte de la longitud adicional es intrahepática. La VCI recoge sangre poco oxigenada procedente de los miembros inferiores y sangre extraportal del abdomen y la pelvis. Casi toda la sangre del tubo digestivo drena en el sistema porta hepático y pasa a la VCI a través de las venas hepáticas.

Las venas tributarias de la VCI se corresponden con las ramas parietales y viscerales pares de la aorta. En cambio, las que se corresponden con las ramas viscerales impares de la aorta son tributarias de la vena porta hepática. La sangre que transportan acaba entrando en la VCI a través de las venas hepáticas, después de cruzar el hígado.

Las ramas que se corresponden con las ramas viscerales pares de la aorta abdominal son la vena suprarrenal derecha, las venas renales derecha e izquierda, y la vena gonadal (testicular u ovárica) derecha. Las venas suprarrenal y gonadal izquierdas drenan indirectamente en la VCI, ya que son tributarias de la vena renal izquierda.

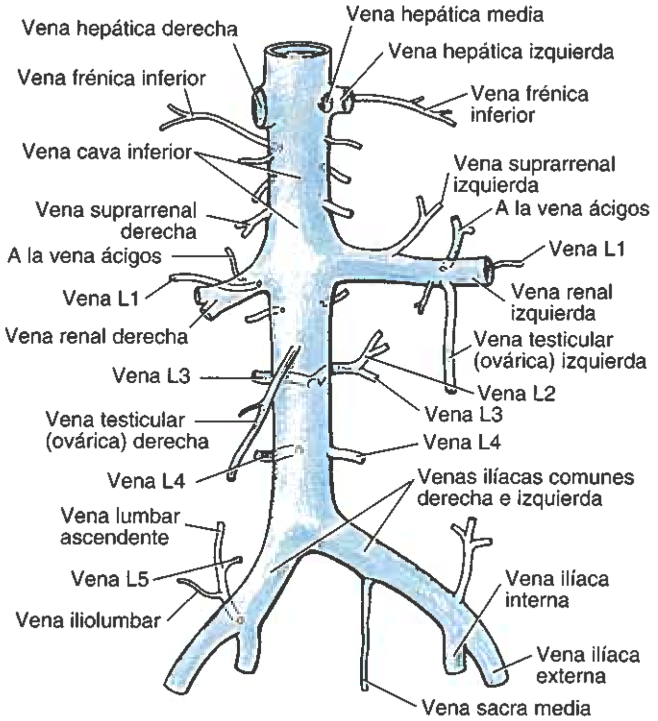


FIGURA 2-99. Vena cava inferior y sus venas tributarias. La asimetría de las venas renal e ilíaca común refleja la situación de la vena cava inferior a la derecha de la línea media.

Las ramas parietales pares de la VCI son las venas frénicas inferiores, las venas lumbares 3.ª (L3) y 4.ª (L4), y las venas ilíacas comunes. Las venas lumbares ascendentes y ácigos conectan la VCI con la vena cava superior, tanto directa como indirectamente, proporcionando vías colaterales (v. el cuadro azul «Vías colaterales de la sangre venosa abdominopélvica», p. 319).

VASOS Y NÓDULOS LINFÁTICOS DE LA PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

Los vasos y nódulos linfáticos se distribuyen a lo largo de la aorta, la VCI y los vasos ilíacos (fig. 2-100A). Los *nódulos linfáticos ilíacos comunes* reciben linfa de los nódulos linfáticos ilíacos externos e internos. La linfa de los nódulos linfáticos ilíacos comunes pasa hacia los *nódulos linfáticos lumbares* derechos e izquierdos. La linfa del tubo digestivo, el hígado, el bazo y el páncreas pasa a lo largo de las arterias celíaca y mesentéricas superior e inferior hacia los *nódulos linfáticos preaórticos* (*nódulos celíacos y mesentéricos superiores e inferiores*) dispersos alrededor de los orígenes de estas arterias en la aorta. Los vasos eferentes de estos nódulos forman los **troncos linfáticos intestinales,** que pueden ser únicos o múltiples y participan en la confluencia de troncos linfáticos que da lugar al conducto torácico (fig. 2-100B).

Los *nódulos linfáticos lumbares derechos* e *izquierdos* (*de la cava y aórticos*) se sitúan a ambos lados de la VCI y de la aorta.

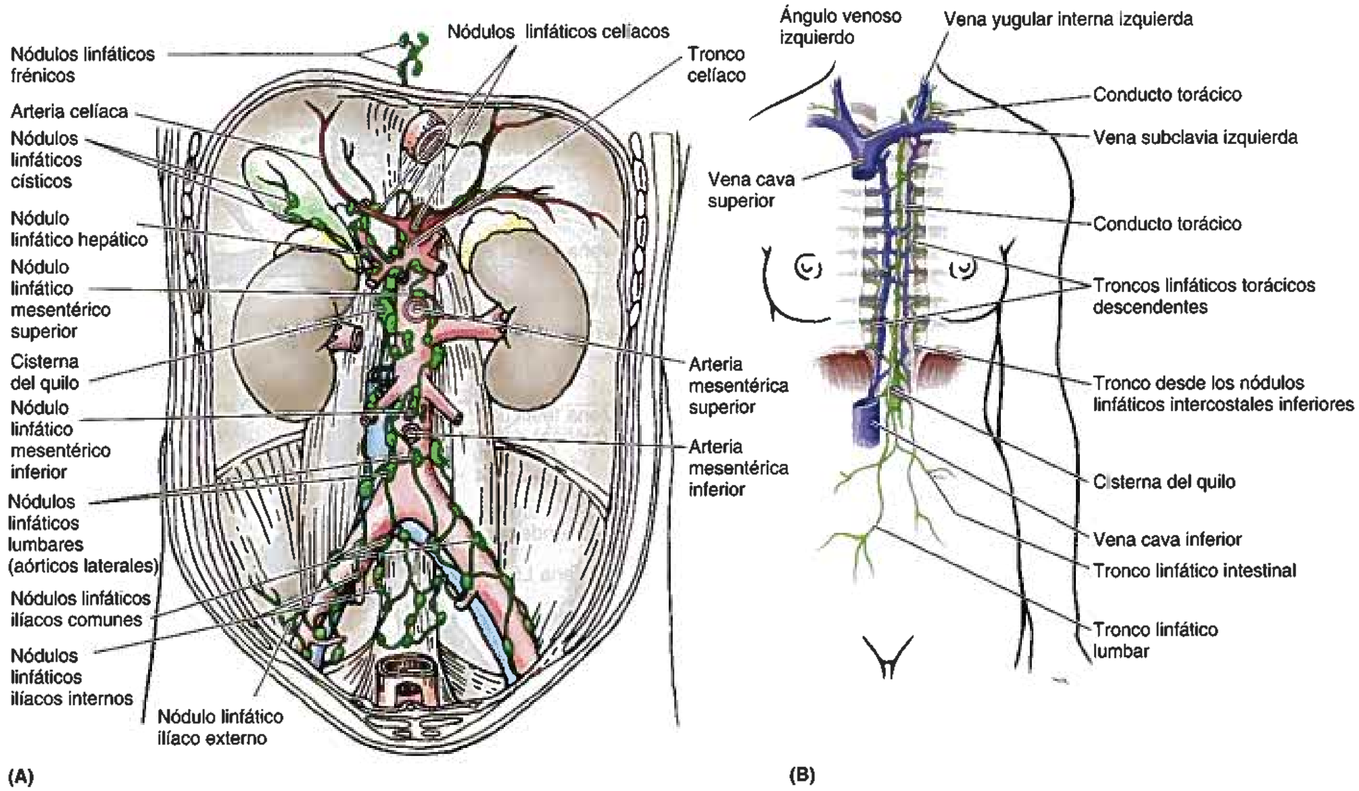

Nódulos linfáticos frénicos
Nódulos linfáticos celíacos
Tronco celíaco
Arteria celíaca
Nódulos linfáticos císticos
Nódulo linfático hepático
Nódulo linfático mesentérico superior
Cisterna del quilo
Nódulo linfático mesentérico inferior
Nódulos linfáticos lumbares (aórticos laterales)
Nódulos linfáticos ilíacos comunes
Nódulos linfáticos ilíacos internos
Nódulo linfático ilíaco externo
Arteria mesentérica superior
Arteria mesentérica inferior
(A)
Ángulo venoso izquierdo
Vena yugular interna izquierda
Conducto torácico
Vena subclavia izquierda
Vena cava superior
Conducto torácico
Troncos linfáticos torácicos descendentes
Tronco desde los nódulos linfáticos intercostales inferiores
Cisterna del quilo
Vena cava inferior
Tronco linfático intestinal
Tronco linfático lumbar
(B)

FIGURA 2-100. Vasos y nódulos linfáticos de la pared posterior del abdomen, y troncos linfáticos del abdomen. A. Nódulos linfáticos parietales. **B.** Troncos linfáticos abdominales. Todo el drenaje linfático de la mitad inferior del cuerpo converge en el abdomen para entrar en el principio del conducto torácico.

Estos nódulos reciben linfa directamente de la pared posterior del abdomen, los riñones, los uréteres, los testículos o los ovarios, el útero y las trompas uterinas. También reciben linfa del colon descendente, la pelvis y los miembros inferiores a través de los **nódulos linfáticos** *mesentéricos inferiores* e **ilíacos comunes.** Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos linfáticos forman los **troncos linfáticos lumbares** derecho e izquierdo.

El extremo inferior del **conducto torácico** se localiza anterior a los cuerpos de las vértebras L1 y L2, entre el pilar derecho del diafragma y la aorta. El conducto torácico empieza con la convergencia de los principales conductos linfáticos del abdomen, que sólo en una pequeña proporción de los individuos adopta la forma, habitualmente descrita, de un saco o una dilatación de paredes delgadas, la **cisterna del quilo** (fig. 2-100B). El tamaño y la forma de la cisterna del quilo son variables. Lo más frecuente es que sencillamente exista una convergencia simple o plexiforme de los troncos linfáticos lumbares derecho e izquierdo, el (o los) tronco(s) linfático(s) intestinal(es) y un par de **troncos linfáticos torácicos descendentes,** que transportan la linfa de los seis espacios intercostales inferiores. En consecuencia, básicamente todo el drenaje linfático de la mitad inferior del cuerpo (drenaje linfático profundo inferior al nivel del diafragma y todo el drenaje superficial inferior al nivel del ombligo) converge en el abdomen para entrar en el principio del conducto torácico.

El conducto torácico asciende a través del hiato aórtico del diafragma para entrar en el mediastino posterior, donde recibe más drenaje parietal y visceral, en particular del CSI del cuerpo, y por último finaliza entrando en el sistema venoso al nivel de la unión de las *venas subclavia izquierda* y *yugular interna* **(ángulo venoso izquierdo).**

DIAFRAGMA

Hipo

El hipo consiste en contracciones involuntarias y espasmódicas del diafragma, que provocan inhalaciones súbitas que son rápidamente interrumpidas por un cierre espasmódico de la glotis (abertura de la laringe) que bloquea la entrada de aire y produce el sonido característico. El hipo se debe a la irritación de terminaciones nerviosas aferentes o eferentes, o de centros bulbares del tronco del encéfalo que controlan los músculos de la respiración, en particular el diafragma. El hipo puede tener múltiples causas, como indigestión, irritación del diafragma, alcoholismo, lesiones cerebrales y lesiones torácicas o abdominales, que tienen en común provocar la irritación de los nervios frénicos.

Sección del nervio frénico

La *sección del nervio frénico* en el cuello causa una parálisis completa y posible atrofia de la porción muscular de la mitad correspondiente del diafragma, excepto en las personas que tienen un nervio frénico accesorio (v. cap. 8). La *parálisis de un hemidiafragma* puede reconocerse radiográficamente por su elevación permanente y su movimiento paradójico (v. el cuadro azul «Parálisis del diafragma», p. 85).

Dolor referido del diafragma

El dolor procedente del diafragma se irradia hacia dos áreas distintas debido a la diferencia en la inervación sensitiva del diafragma (tabla 2-12). El dolor causado por la irritación de la pleura diafragmática o del peritoneo diafragmático se refiere a la región del hombro, el área de piel inervada por los segmentos C3-5 de la médula espinal (v. el cuadro azul «Dolor referido visceral», p. 257). Estos segmentos también contribuyen con ramos anteriores a los nervios frénicos. La irritación de las regiones periféricas del diafragma, inervadas por los nervios intercostales inferiores, es más localizada y se refiere a la piel situada sobre los arcos costales de la pared anterolateral del abdomen.

Rotura del diafragma y hernia de las vísceras

La rotura del diafragma y la hernia de las vísceras pueden deberse a un intenso aumento súbito de la presión intratorácica o intraabdominal. La causa habitual de estas lesiones es un traumatismo grave en un accidente automovilístico. La mayoría de las roturas del diafragma afectan al lado izquierdo (95 %), debido a que la importante masa del hígado, que se asocia íntimamente al diafragma en el lado derecho, proporciona una barrera física.

Habitualmente, entre las porciones costal y lumbar del diafragma hay una zona no muscular de tamaño variable, denominada *triángulo lumbocostal* (v. figs. 2-91 y 2-97). Esta parte del diafragma normalmente sólo está formada por la fusión de las fascias diafragmáticas superior e inferior. Cuando se produce una *hernia diafragmática traumática,* el estómago, el intestino delgado y su mesenterio, el colon transverso y el bazo pueden herniarse hacia el tórax a través de esta zona.

La *hernia hiatal (de hiato),* una protrusión de parte del estómago en el tórax a través del hiato esofágico, ya se ha comentado antes en el presente capítulo. Las estructuras que atraviesan el hiato esofágico (troncos vagales, vasos frénicos inferiores izquierdos, ramas esofágicas de los vasos gástricos izquierdos) pueden lesionarse en el curso de intervenciones quirúrgicas sobre el hiato esofágico (p. ej., reparación de una hernia de hiato).

Hernia diafragmática congénita

En la **hernia diafragmática congénita,** parte del estómago y el intestino se hernian a través de un amplio defecto posterolateral (orificio de Bochdalek) en la región del triángulo lumbocostal del diafragma (fig. C2-34). La herniación se produce casi siempre en la izquierda debido a la presencia del hígado en el lado derecho. Este tipo de hernia se debe al complejo desarrollo del diafragma. El *defecto posterolateral del diafragma* es la única anomalía congénita del diafragma relativamente común, que aparece en aproximadamente 1 de cada 2.200 recién nacidos (Moore y Persaud, 2007). Con vísceras abdominales en el espacio limitado de la cavidad torácica prenatal, un pulmón (normalmente el izquierdo) no tiene espacio para desarrollarse normalmente o para inflarse tras el nacimiento. Debido a la *hipoplasia pulmonar* resultante, la tasa de mortalidad en estos lactantes es elevada (aproximadamente del 76 %).

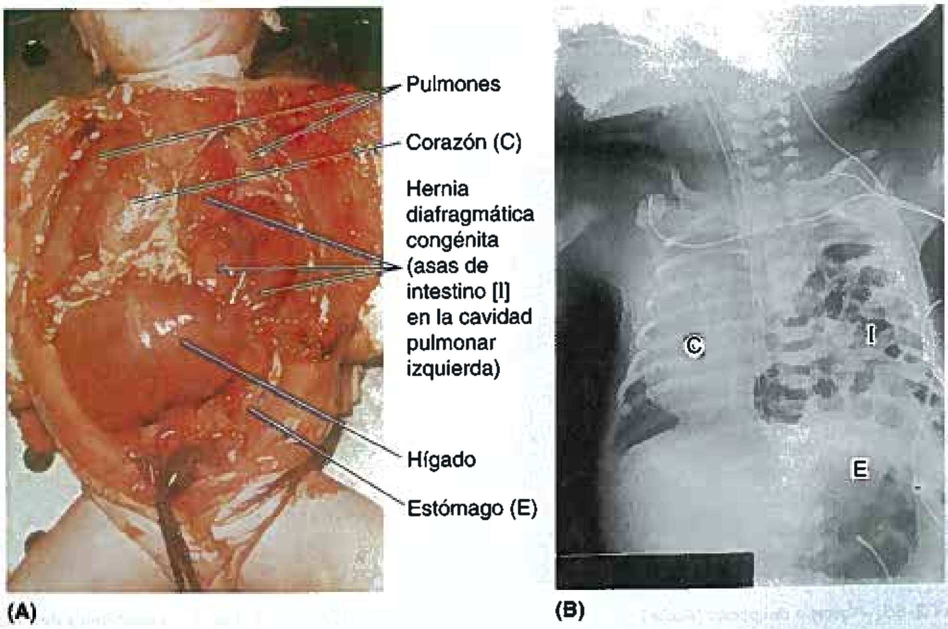

Pulmones
Corazón (C)
Hernia diafragmática congénita (asas de intestino [I] en la cavidad pulmonar izquierda)
Hígado
Estómago (E)
C
I
E
(A)
(B)

FIGURA C2-34. Hernia diafragmática congénita. **A.** En una autopsia. **B.** En la radiografía de un recién nacido.

PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

Absceso del psoas

Aunque la prevalencia de la *tuberculosis* ha descendido mucho, actualmente se está produciendo un resurgimiento de esta enfermedad, en especial en África y Asia, en ocasiones con proporciones pandémicas, debido al sida y a las resistencias a los fármacos. La tuberculosis de la columna vertebral es bastante común. La infección puede diseminarse a las vértebras (*diseminación hematógena*), sobre todo durante la niñez. Un absceso debido a tuberculosis en la región lumbar tiende a diseminarse desde las vértebras hacia el interior de la vaina del psoas, donde produce un **absceso del psoas** (fig. C2-35). Como consecuencia, la fascia del psoas presenta un engrosamiento y forma un tubo resistente, a modo de calcetín. El pus del absceso del psoas desciende, a lo largo del psoas, dentro de este tubo fascial, sobre la línea terminal y profundo al ligamento inguinal. El pus generalmente sale a la superficie en la parte superior del muslo. Cuando hay afectación de las vértebras torácicas, el pus también puede llegar a la vaina del psoas desde el mediastino posterior.

La porción inferior de la *fascia ilíaca* suele estar tensa y forma un pliegue que pasa a la cara interna de la cresta ilíaca. La porción superior de esta fascia está suelta y puede formar un fondo de saco, la *fosa iliacosubfascial*, posterior a dicho pliegue. Parte del intestino grueso, como el ciego y/o el apéndice vermiforme en el lado derecho y el colon sigmoide en el lado izquierdo, puede verse atrapada en esta fosa y provocar un dolor considerable.

Dolor abdominal posterior

El iliopsoas tiene relaciones amplias y clínicamente importantes con los riñones, los uréteres, el ciego, el apéndice vermiforme, el colon sigmoide, el páncreas, los nódulos linfáticos lumbares y los nervios de la pared posterior del abdomen. Cuando cualquiera de estas estructuras se altera, el movimiento del iliopsoas suele causar dolor. Cuando se sospecha una inflamación intraabdominal, se realiza la *prueba del iliopsoas*. Se pide al paciente que se recueste sobre el lado no afectado y que extienda el muslo del lado afectado contra la resistencia de la mano del explorador (Bickley y Szilagyi, 2005). El dolor causado por esta maniobra es un *signo positivo de afectación del psoas*. Por ejemplo, se observará un signo positivo en el psoas derecho en caso de inflamación aguda del apéndice vermiforme (fig. C2-36).

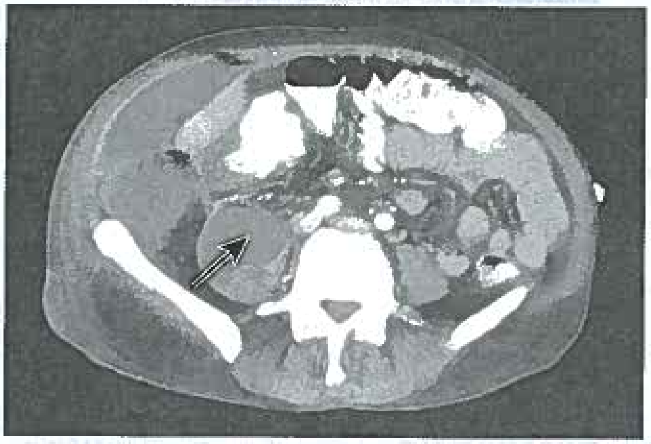


FIGURA C2-35. Absceso del psoas *(flecha)*.

Como el psoas se sitúa a lo largo de la columna vertebral y el ilíaco cruza la articulación sacroilíaca, los trastornos de las articulaciones intervertebrales y sacroilíacas pueden provocar un *espasmo del iliopsoas*, un reflejo protector. En estadios avanzados, el *adenocarcinoma del páncreas* invade los músculos y nervios de la pared posterior del abdomen, produciendo un dolor insoportable debido a la estrecha relación del páncreas con la pared posterior del abdomen.

Simpatectomía lumbar parcial

El tratamiento de algunos pacientes con enfermedad arterial de los miembros inferiores puede incluir una **simpatectomía lumbar parcial,** la extirpación quirúrgica de dos o más ganglios simpáticos lumbares por división de sus ramos comunicantes. El acceso quirúrgico a los troncos simpáticos suele realizarse con un abordaje extraperitoneal lateral, ya que los troncos simpáticos se sitúan retroperitonealmente en el tejido adiposo extraperitoneal (fig. 2-97). El cirujano separa los músculos de la pared anterolateral del abdomen y desplaza el peritoneo medialmente y anteriormente para exponer el borde medial del psoas mayor, junto al que se encuentra al tronco simpático. El tronco izquierdo suele estar ligeramente solapado con la aorta. El tronco simpático derecho está cubierto por la VCI. La estrecha relación de los troncos simpáticos con la aorta y la VCI también hace que estos grandes vasos sean vulnerables y puedan lesionarse durante la simpatectomía lumbar. Por ello, el cirujano los retrae cuidadosamente para exponer los troncos simpáticos que habitualmente se encuentran en el surco formado entre el psoas mayor lateralmente y los cuerpos vertebrales lumbares medialmente. A

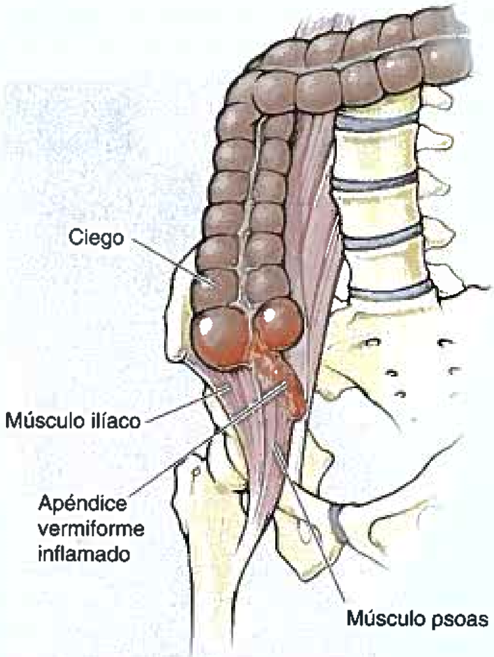


FIGURA C2-36. Base anatómica del signo del psoas.

menudo los troncos están ocultos por tejido adiposo y linfático. Sabiendo que no resulta fácil identificar los troncos simpáticos, se está muy atento para no extirpar inadvertidamente parte del nervio genitofemoral, los linfáticos lumbares o el uréter.

Pulsaciones aórticas y aneurisma de la aorta abdominal

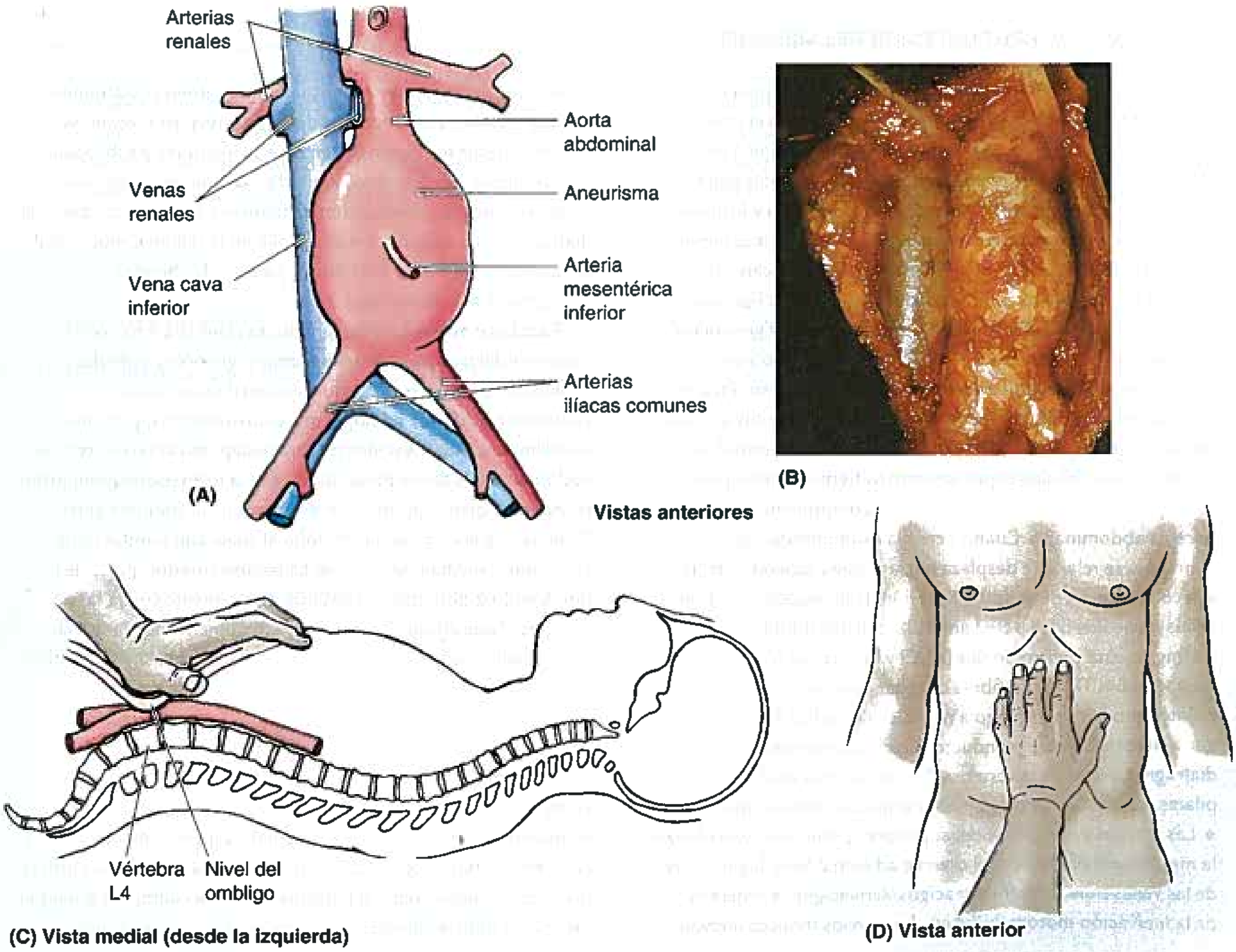
Como la aorta se sitúa posterior al páncreas y al estómago, un tumor en estos órganos puede transmitir pulsaciones aórticas que pueden confundirse con un *aneurisma de la aorta abdominal*, una dilatación localizada de la aorta (fig. C2-37A y B). La palpación profunda en el centro del abdomen puede detectar un aneurisma, que normalmente se debe a una debilidad congénita o adquirida de la pared arterial (fig. C2-37C y D). Las pulsaciones de un aneurisma grande pueden detectarse a la izquierda de la línea media; la masa pulsátil puede desplazarse fácilmente de un lado a otro. En los casos dudosos, puede confirmarse obteniendo imágenes.

La *rotura aguda de un aneurisma de la aorta abdominal* causa un dolor intenso en el abdomen o el dorso. Si no se diagnostica, la rotura de un aneurisma tiene una tasa de mortalidad cercana al 90 %, debido a la gran pérdida de sangre que entraña (Swartz, 2006). Los cirujanos pueden reparar un aneurisma abriéndolo, insertando una prótesis y cosiendo la pared de la aorta aneurismática sobre el injerto para protegerla. Muchos problemas vasculares que anteriormente se trataban con cirugía abierta, como la reparación de un aneurisma, pueden tratarse hoy mediante procedimientos de cateterismo endovascular.

Cuando la pared anterior del abdomen está relajada, sobre todo en los niños y los adultos delgados, la porción inferior de la aorta abdominal puede comprimirse contra el cuerpo de la vértebra L4 mediante una presión firme sobre la pared anterior del abdomen, encima del ombligo (fig. C2-37C y D). Esta presión puede aplicarse para controlar hemorragias en la pelvis o en los miembros inferiores.

Vías colaterales de la sangre venosa abdominopélvica

Cuando la VCI está obstruida o ha sido ligada, la sangre venosa puede volver al corazón por tres vías colaterales, constituidas por venas del tronco sin válvulas. Dos de



(C) Vista medial (desde la izquierda)

(D) Vista anterior

FIGURA C2-37.

estas vías (una en la cual intervienen las venas epigástricas superior e inferior, y en otra la vena toracoepigástrica) ya se han comentado antes en el presente capítulo, junto con la pared anterior del abdomen. En la tercera vía colateral participa el *plexo venoso epidural*, situado dentro de la columna vertebral (v. ilustración y descripción en el cap. 4), que se comunica con las *venas lumbares* del sistema de la VCI y las tributarias del *sistema venoso ácigos*, que forma parte del sistema de la vena cava superior.

La porción inferior de la VCI tiene un desarrollo embrionario complejo, ya que forma parte de tres grupos de venas embrionarias (Moore y Persaud, 2007). Por ello, las anomalías de la VCI son relativamente frecuentes, y la mayoría de ellas, como la *VCI izquierda persistente*, tienen lugar más abajo de las venas renales (fig. C2-38). Estas anomalías se deben a la persistencia de venas embrionarias en el lado izquierdo, que normalmente desaparecen. Cuando existe una VCI izquierda, puede cruzar al lado derecho a nivel de los riñones.

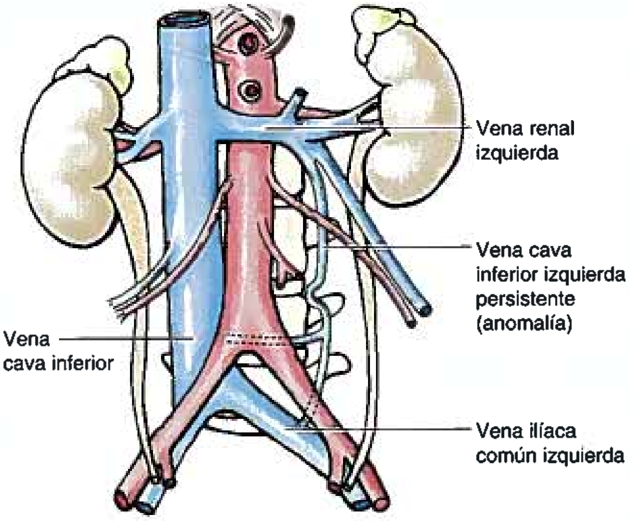

Vena renal izquierda
Vena cava inferior izquierda persistente (anomalía)
Vena cava inferior
Vena ilíaca común izquierda

FIGURA C2-38.

Puntos fundamentales

DIAFRAGMA Y PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

El diafragma es el tabique musculotendinoso en cúpula doble que separa las cavidades abdominal y torácica, y es el principal músculo inspiratorio. ♦ La porción muscular se origina en la abertura torácica inferior anular, desde la cual el diafragma asciende bruscamente, invaginando la caja torácica y formando un centro tendinoso común. ♦ La cúpula derecha (más elevada debido al hígado situado bajo ella) asciende hasta cerca del nivel del pezón, mientras que la cúpula izquierda es ligeramente más baja. ♦ La porción central del diafragma está ligeramente deprimida por el corazón encerrado en el pericardio y se fusiona con la cara mediastínica del centro tendinoso. En una posición respiratoria neutra, el centro tendinoso se sitúa a nivel del disco intervertebral T8-9 y la articulación xifoesternal. ♦ Cuando son estimuladas por los nervios frénicos, las cúpulas se desplazan hacia abajo (descienden), comprimiendo las vísceras abdominales. Cuando cesa la estimulación y el diafragma se relaja, se desplaza hacia arriba (asciende) debido a la combinación de la descompresión de las vísceras y el tono de los músculos de la pared anterolateral del abdomen. ♦ El diafragma está perforado por la VCI y los nervios frénicos a nivel de la vértebra T8. ♦ Las fibras del pilar derecho forman un hiato esfinteriano para el esófago a nivel de la vértebra T10. ♦ La aorta descendente y el conducto torácico pasan posteriores al diafragma a nivel de la vértebra T12, en la línea media entre los pilares, cubiertos por el ligamento arqueado medial que los une. ♦ Las arterias y venas frénicas superiores e inferiores vascularizan la mayoría del diafragma; el drenaje adicional tiene lugar a través de las venas musculofrénica y ácigos/semiácigos. ♦ Además de la inervación motora exclusiva, los nervios frénicos inervan la mayoría de la pleura y el peritoneo que cubren el diafragma. ♦ Las porciones periféricas del diafragma reciben inervación sensorial desde los nervios intercostales inferiores y subcostales. ♦ El triángulo lumbocostal izquierdo y el hiato esofágico son posibles zonas de presentación de hernias adquiridas a través del diafragma. Los defectos del desarrollo en la región lumbocostal izquierda son la causa de la mayor parte de las hernias diafragmáticas congénitas.

Fascias y músculos. Las porciones centrales anterior y posterior del tronco están cubiertas por grandes y complejas formaciones aponeuróticas que forman densas vainas centralmente, donde se alojan músculos verticales, y se unen lateralmente a los músculos planos de la pared anterolateral del abdomen. ♦ La fascia toracolumbar es la formación aponeurótica posterior. Además de envolver al erector de la columna entre sus láminas posterior y media, engloba al cuadrado lumbar entre sus láminas media y anterior. ♦ La lámina anterior, parte de la fascia endoabdominal, se continúa medialmente con la fascia del psoas (que envuelve al psoas) y lateralmente con la fascia transversal (que reviste el transverso del abdomen). ♦ La fascia tubular del psoas supone una posible vía para la diseminación de infecciones entre la columna vertebral y la articulación de la cadera. ♦ La fascia endoabdominal que cubre las caras anteriores del cuadrado lumbar y del psoas está engrosada sobre las caras más superiores de los músculos, formando los ligamentos arqueados lateral y medial, respectivamente. ♦ Una capa muy variable de grasa extraperitoneal se interpone entre la fascia endoabdominal y el peritoneo. Es especialmente gruesa en los surcos paravertebrales de la región lumbar, constituyendo la grasa pararrenal (cuerpo adiposo pararrenal). ♦ Los músculos de la pared posterior del abdomen son el cuadrado lumbar, el psoas mayor y el ilíaco.

Nervios. Los troncos simpáticos lumbares emiten fibras simpáticas postsinápticas para el plexo lumbar que se distribuyen en los nervios somáticos, y fibras parasimpáticas presinápticas para el plexo aórtico abdominal, que en última instancia inervarán las vísceras pélvicas. ♦ A excepción del nervio subcostal (T12) y del tronco lumbosacro (L4-5), los nervios somáticos de la pared posterior del abdomen proceden del plexo lumbar y se forman a partir de los ramos anteriores de L1-4, profundos al psoas. ♦ Sólo el nervio subcostal y derivados del ramo anterior de L1 (nervios iliohipogástrico e ilioinguinal) tienen una distribución abdominal —a los músculos y la piel de las regiones inguinal y púbica. Todos los demás nervios van a los músculos y la piel del miembro inferior.

Arterias. Excepto las arterias subcostales, las arterias que irrigan la pared posterior del abdomen proceden de la aorta abdominal. ♦ La aorta abdominal desciende desde el hiato aórtico, discurre por las caras anteriores de las vértebras T12-L4, inmediatamente a la izquierda de la línea media, y se bifurca en las arterias ilíacas comunes a nivel del plano supracrestal. ♦ Las ramas de la aorta se originan y cursan en tres planos vasculares: anterior (ramas viscerales impares), lateral (ramas viscerales pares) y posterolateral (parietales pares). ♦ La arteria sacra media puede considerarse una diminuta continuación de la aorta, que sigue emitiendo ramas parietales pares para las vértebras lumbares inferiores y el sacro.

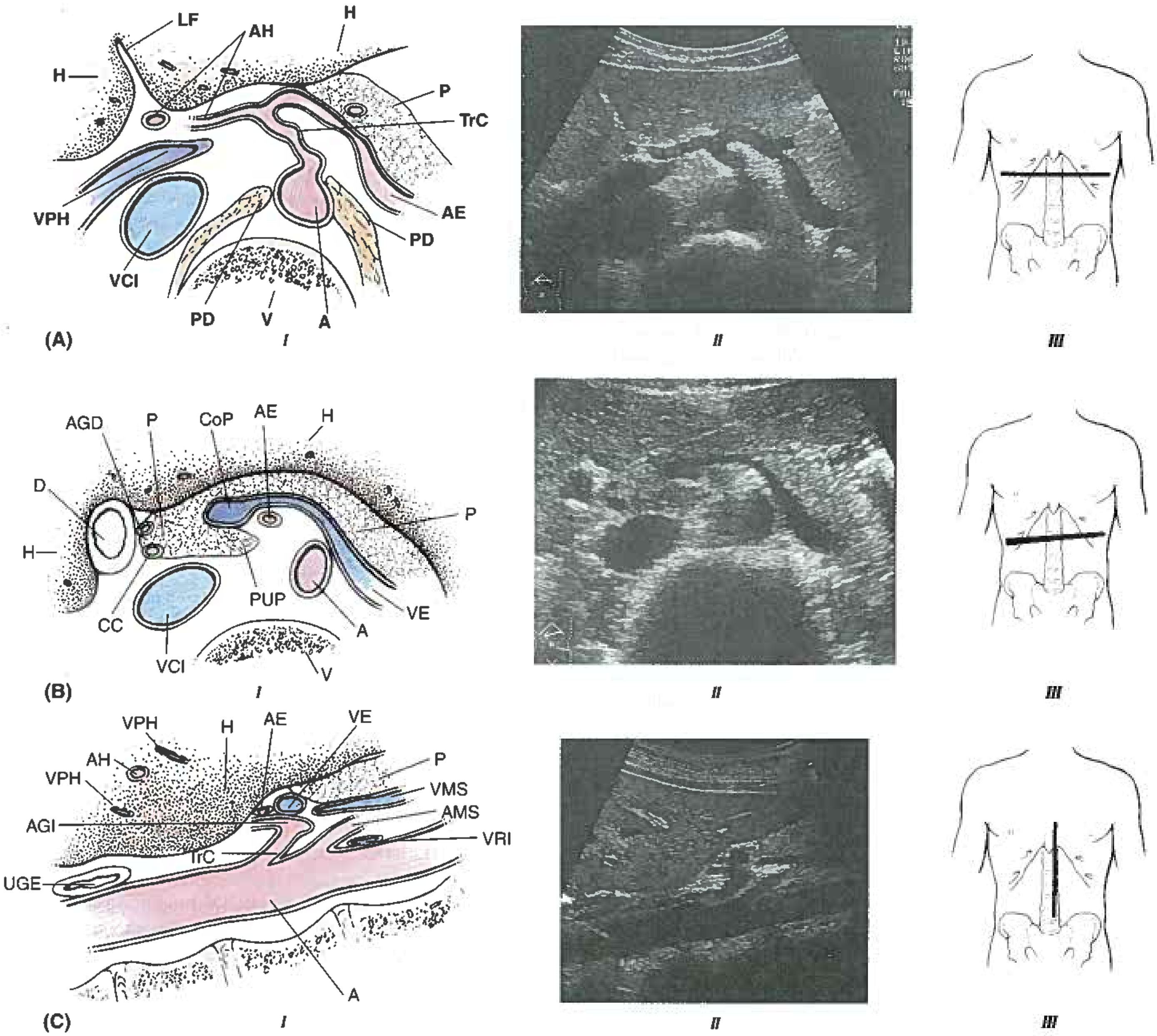
Venas. Las venas de la pared posterior del abdomen son mayoritariamente tributarias directas de la VCI, aunque algunas desembocan indirectamente a través de la vena renal izquierda. ♦ La VCI: *1)* es la vena más grande y carece de válvulas; *2)* se forma a nivel de la vértebra L5 por la unión de las venas ilíacas comunes; *3)* asciende hasta el nivel de la vértebra T8, pasando a través del orificio de la vena cava del diafragma y entrando en el corazón casi simultáneamente; *4)* drena sangre poco oxigenada procedente del cuerpo por debajo del diafragma; y *5)* recibe el drenaje venoso de las vísceras abdominales indirectamente a través de la vena porta hepática, el hígado y las venas hepáticas. ♦ Excepto las venas hepáticas, las tributarias de la VCI se corresponden mayoritariamente con las ramas viscerales pares laterales y las ramas parietales pares posterolaterales de la aorta abdominal. ♦ Hay tres vías colaterales (dos en la pared anterior del abdomen y una en el conducto vertebral) disponibles para hacer llegar la sangre al corazón cuando la VCI está obstruida.

Vasos y nódulos linfáticos. El drenaje linfático de las vísceras abdominales discurre retrógradamente a lo largo de las ramificaciones de las tres ramas viscerales impares de la aorta abdominal. ♦ El drenaje linfático procedente de la pared del abdomen se fusiona con el que viene de los miembros inferiores; ambas vías siguen la vascularización arterial retrógradamente desde esas partes. ♦ En último término, todo el drenaje linfático de las estructuras inferiores al diafragma, más el que drena los seis espacios intercostales inferiores a través de los troncos linfáticos torácicos descendentes, desemboca en el inicio del conducto torácico a nivel de T12, posteriormente a la aorta. ♦ El origen del conducto torácico puede adoptar la forma sacular de la cisterna del quilo.

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DEL ABDOMEN

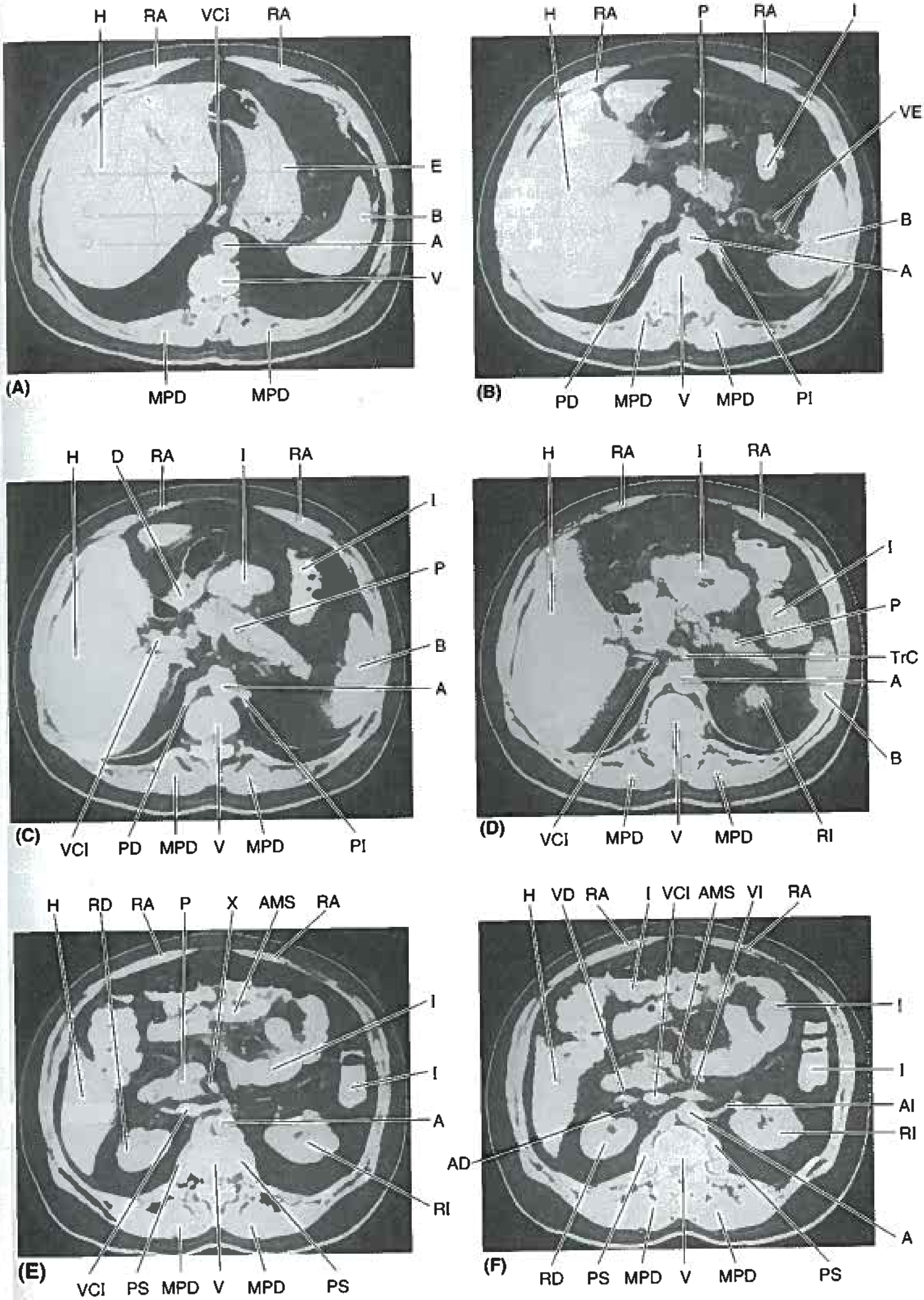
Para examinar las vísceras abdominales se utilizan la **ecografía**, la **tomografía computarizada (TC)** y la **resonancia magnética (RM)** (figs. 2-101 a 2-104). Como la RM proporciona una mejor discriminación entre tejidos blandos, sus imágenes son más ilustrativas. Una vez se ha completado la exploración, puede reconstruirse una imagen virtualmente en cualquier plano. Actualmente también pueden llevarse a cabo estudios angiográficos abdominales mediante angio-RM (angiografía por resonancia magnética) (fig. 2-104C).

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen USMLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!


LF
AH
H
H
P
TrC
VPH
AE
PD
VCI
PD
V
A
(A)
I
II
III
AGD
P
CoP
AE
H
D
P
H
PUP
VE
CC
A
VCI
V
(B)
I
II
III
VPH
H
AE
VE
AH
P
VPH
VMS
AMS
AGI
VRI
TrC
UGE
A
(C)
I
II
III

A	Aorta	**PD**	Pilar del diafragma
AE	Arteria esplénica	**PUP**	Proceso unciforme del páncreas
AGD	Arteria gastroduodenal	**TrC**	Tronco celíaco
AGI	Arteria gástrica izquierda	**UGE**	Unión gastroesofágica
AH	Arteria hepática	**V**	Vértebra
AMS	Arteria mesentérica superior	**VCI**	Vena cava inferior
CC	Conducto colédoco	**VE**	Vena esplénica
CoP	Confluencia portal	**VMS**	Vena mesentérica superior
D	Duodeno	**VPH**	Vena porta hepática
H	Hígado	**VRI**	Vena renal izquierda
LF	Ligamento falciforme		
P	Páncreas		

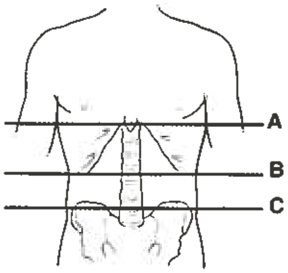
FIGURA 2-101. Ecografías abdominales. A. Sección transversal a nivel del tronco celíaco. **B.** Sección transversal a nivel del páncreas. **C.** Corte sagital a nivel de la aorta. (Cortesía del Dr. A.M. Arenson, Assistant Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)


H
RA
VCI
RA
E
B
A
V
(A)
MPD
MPD
H
RA
P
RA
I
VE
B
A
(B)
PD
MPD
V
MPD
PI
H
D
RA
I
RA
I
P
B
A
(C)
VCI
PD
MPD
V
MPD
PI
H
RA
I
RA
I
P
TrC
A
B
(D)
VCI
MPD
V
MPD
RI
H
RD
RA
P
X
AMS
RA
I
I
A
RI
(E)
VCI
PS
MPD
V
MPD
PS
H
VD
RA
I
VCI
AMS
VI
RA
I
I
AI
RI
AD
A
(F)
RD
PS
MPD
V
MPD
PS

A	Aorta
AD	Arteria renal derecha
AI	Arteria renal izquierda
AMS	Arteria mesentérica superior
B	Bazo
D	Duodeno
E	Estómago
H	Hígado
I	Intestino
MPD	Músculos profundos del dorso
P	Páncreas
PD	Pilar derecho del diafragma
PI	Pilar izquierdo del diafragma
PS	Psoas mayor
RA	Recto del abdomen
RD	Riñón derecho
RI	Riñón izquierdo
TrC	Tronco celíaco
V	Cuerpo vertebral
VCI	Vena cava inferior
VD	Vena renal derecha
VE	Vasos esplénicos
VI	Vena renal izquierda

FIGURA 2-102. Tomografías computarizadas del abdomen a niveles progresivamente más caudales, que muestran las vísceras y los vasos sanguíneos abdominales. (Cortesía del Dr. Tom White, Department of Radiology, The Health Sciences Center, University of Tennessee, Memphis, TN.)

AeV	Apófisis espinosa de la vértebra
Ao	Aorta
ARI	Arteria renal izquierda
AX	Apófisis xifoides
B	Bazo
BAo	Bifurcación aórtica
C	Costilla
CC	Cartílago costal
CG	Cardias gástrico
CoV	Conducto vertebral
CP	Confluencia portal
CPD	Cavidad pleural derecha
CPI	Cavidad pleural izquierda
CT	Colon transverso
CV	Cuerpo vertebral
D	Duodeno
FG	Fundus gástrico
G	Grasa
GP	Grasa perirrenal
H	Hígado
I	Intestino
Il	Íleon
LDH	Lóbulo derecho del hígado
ME	Médula espinal
MG	Músculo glúteo medio
MI	Músculo ilíaco
MPD	Músculos profundos del dorso
P	Páncreas
PI	Pilar izquierdo
PS	Músculo psoas
RD	Riñón derecho
RI	Riñón izquierdo
VB	Vesícula biliar
VCI	Vena cava inferior
Ve	Vena esplénica
VE	Vasos esplénicos
VHD	Vena hepática derecha
VHI	Vena hepática izquierda
VP	Vena porta hepática (tríada)
VRD	Vena renal derecha
VRI	Vena renal izquierda



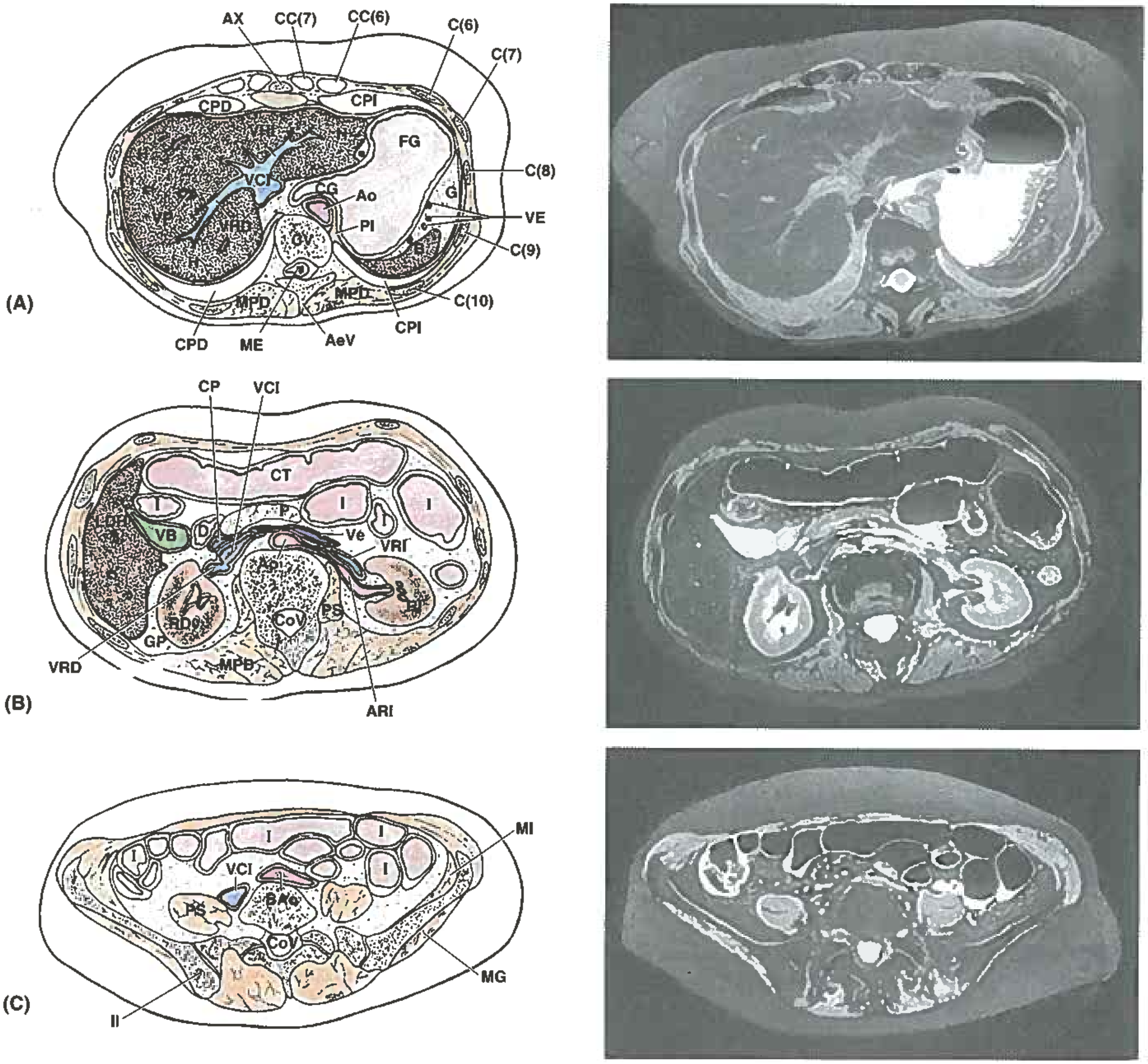
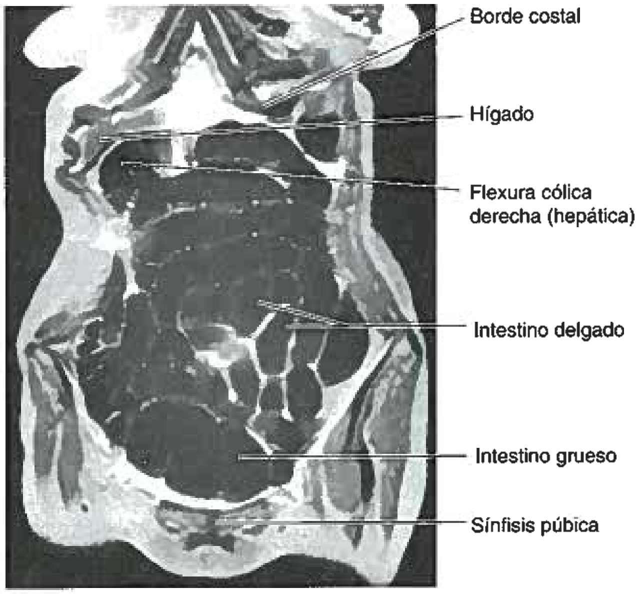
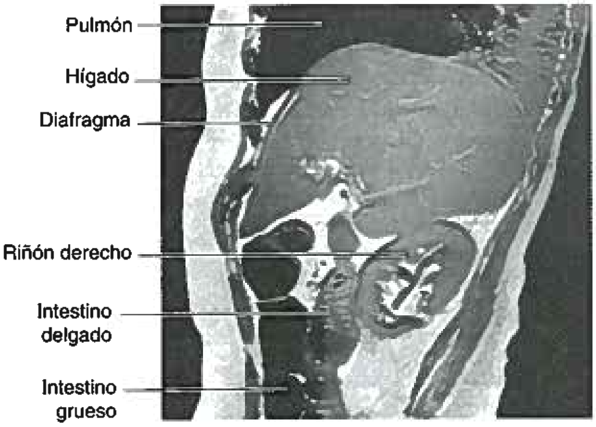

AX
CC(7)
CC(6)
C(6)
C(7)
CPD
CPI
FG
VHI
VCI
CG
Ao
G
C(8)
VE
PI
CV
VP
VHD
H
B
C(9)
MPD
MPD
C(10)
(A)
CPD
ME
AeV
CPI
CP
VCI
CT
I
P
I
I
LDH
VB
D
Ve
VRI
Ao
RD
RI
CoV
PS
GP
VRD
MPD
(B)
ARI
I
I
I
I
I
MI
VCI
BAo
PS
CoV
MG
(C)
Il

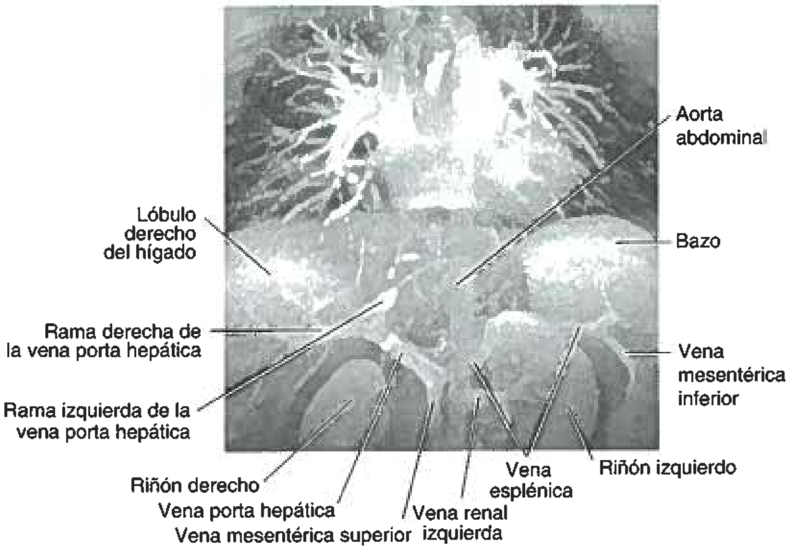
FIGURA 2-103. **Imágenes transversales de resonancia magnética del abdomen. A.** A nivel de la vértebra T10 y el hiato esofágico. **B.** A nivel de las vértebras L1-2 y de los vasos renales y el hilio renal. **C.** A nivel de la vértebra L5 y de la bifurcación aórtica. (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, and Clinical Director of Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, ON, Canada.)


Borde costal
Hígado
Flexura cólica derecha (hepática)
Intestino delgado
Intestino grueso
Sínfisis púbica

(A) Proyección anteroposterior


Pulmón
Hígado
Diafragma
Riñón derecho
Intestino delgado
Intestino grueso

(B) Corte sagital, visto desde la izquierda

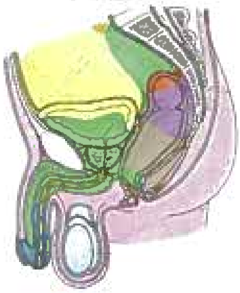

Aorta abdominal
Lóbulo derecho del hígado
Bazo
Rama derecha de la vena porta hepática
Vena mesentérica inferior
Rama izquierda de la vena porta hepática
Vena esplénica
Riñón izquierdo
Riñón derecho
Vena porta hepática
Vena renal izquierda
Vena mesentérica superior

(C) Proyección anteroposterior

FIGURA 2-104. Imágenes por resonancia magnética y angio-RM del abdomen. A. RM coronal a través de las vísceras de la cavidad anterior del abdomen (casi exclusivamente intestinos). **B.** RM sagital por la línea medioclavicular derecha. **C.** Angio-RM anteroposterior que muestra los grandes vasos del tórax, y la aorta y la vena porta hepática en el abdomen.

CAPÍTULO 3

Pelvis y periné



INTRODUCCIÓN A LA PELVIS Y EL PERINÉ / 327

CINTURA PÉLVICA / 327

Huesos y características de la pelvis ósea / 328

Orientación de la pelvis ósea / 330

Articulaciones y ligamentos de la cintura pélvica / 330

■ TABLA 3-1. Comparación de las pelvis masculina y femenina / 331

■ CUADRO AZUL: **Cintura pélvica.** Variaciones de las pelvis masculina y femenina. Diámetros (conjugados) pélvicos. Fracturas de la pelvis. Relajación de los ligamentos pélvicos y aumento de la movilidad articular durante el embarazo. Espondilólisis y espondilolistesis / 334

CAVIDAD PÉLVICA / 338

Paredes y suelo de la cavidad pélvica / 338

■ TABLA 3-2. Músculos de las paredes y el suelo de la pelvis / 341

Peritoneo y cavidad peritoneal de la pelvis / 343

■ TABLA 3-3. Reflexiones del peritoneo en la pelvis / 344

Fascia de la pelvis / 345

■ CUADRO AZUL: **Cavidad pélvica.** Lesión del suelo pélvico. Educación prenatal de «relajación» para el parto participativo / 348

ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS DE LA PELVIS / 349

Arterias de la pelvis / 350

■ TABLA 3-4. Arterias de la pelvis / 352

Venas de la pelvis / 355

Nódulos linfáticos de la pelvis / 355

Nervios de la pelvis / 357

■ TABLA 3-5. Nervios somáticos de la pelvis / 359

■ CUADRO AZUL: **Estructuras vasculonerviosas de la pelvis.** Lesión yatrógena de los uréteres. Ligadura de la arteria ilíaca interna y circulación colateral de la pelvis. Lesión de los nervios de la pelvis / 361

VÍSCERAS PÉLVICAS / 362

Órganos del sistema urinario / 362

Recto / 368

■ TABLA 3-6. Porciones de la uretra masculina / 369

■ CUADRO AZUL: **Órganos urinarios y recto.** Afectación yatrógena de la vascularización ureteral. Cálculos ureterales. Cistocele-Hernia de la vejiga. Cistotomía suprapúbica. Rotura vesical. Cistoscopia. Diferencias clínicamente relevantes entre las uretras masculina y femenina. Tacto rectal. Resección del recto (rectectomía) / 373

Órganos genitales internos masculinos / 376

■ CUADRO AZUL: **Genitales internos masculinos.** Esterilización masculina. Abscesos en las vesículas seminales. Hipertrofia prostática / 381

Órganos genitales internos femeninos / 382

■ CUADRO AZUL: **Genitales internos femeninos.** Infecciones del tracto genital femenino. Permeabilidad de las trompas uterinas. Ligadura de las trompas uterinas. Embarazo ectópico tubárico. Vestigios de los conductos embrionarios. Útero bicorne. Disposición del útero y prolapso uterino. Exploración manual del útero. Cambios en la anatomía normal del útero durante la vida. Cáncer de cuello uterino, exploración del cuello uterino y citología vaginal. Histerectomía. Distensión vaginal. Exploración manual a través de la vagina. Fístulas vaginales. Culdoscopia y culdocentesis. Exploración laparoscópica de las vísceras pélvicas. Anestesia durante el parto / 391

Drenaje linfático de las vísceras pélvicas / 400

■ TABLA 3-7. Drenaje linfático de las estructuras de la pelvis y el periné / 401

PERINÉ / 402

Fascias y espacios perineales del triángulo urogenital / 404

Características del triángulo anal / 409

■ TABLA 3-8. Arterias del periné / 412

■ CUADRO AZUL: **Periné.** Rotura del cuerpo perineal. Episiotomía. Rotura de la uretra en el varón y extravasación de orina. Emaciación y prolapso rectal. La línea pectínea, un punto de referencia clínicamente importante. Fisuras anales y abscesos perianales. Hemorroides. Incontinencia anorrectal / 414

Triángulo urogenital masculino / 418

■ TABLA 3-9. Músculos del periné / 424

■ CUADRO AZUL: **Triángulo urogenital masculino.** Sondaje uretral. Distensión del escroto. Palpación de los testículos. Hipospadias. Fimosis, parafimosis y circuncisión. Impotencia y disfunción eréctil / 425

Triángulo urogenital femenino / 428

■ TABLA 3-10. Nervios del periné / 432

■ CUADRO AZUL: **Triángulo urogenital femenino.** Circuncisión femenina. Traumatismo vulvar. Infección de las glándulas vestibulares mayores. Bloqueo de los nervios pudendo e ilioinguinal. Ejercicios para desarrollar los músculos perineales femeninos. Vaginismo / 432

DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DE LA PELVIS Y EL PERINÉ / 434

Resonancia magnética / 434

INTRODUCCIÓN A LA PELVIS Y EL PERINÉ

En el lenguaje común, la *pelvis* (del latín, cuenco) es la parte del tronco situada inferoposterior al abdomen y constituye el área de transición entre el tronco y los miembros inferiores. La *cavidad pélvica* es la porción más inferior de la cavidad abdominopélvica. Anatómicamente, la pelvis es el espacio o compartimiento rodeado por la *cintura pélvica* (pelvis ósea), parte del esqueleto apendicular del miembro inferior (fig. 3-1).

La pelvis se subdivide en pelvis mayor y pelvis menor. La *pelvis mayor* está rodeada por la cintura pélvica. Está ocupada por las vísceras abdominales inferiores, a las que proporciona una protección similar a la que la caja torácica inferior proporciona a las vísceras abdominales superiores. La *pelvis menor* está rodeada por la cintura pélvica inferior, que proporciona el marco esquelético de la cavidad pélvica y el periné, compartimientos del tronco separados por el diafragma pélvico musculofascial. La pelvis está cubierta o solapada por la pared anterolateral del abdomen anteriormente, la región glútea del miembro inferior posterolateralmente, y el periné inferiormente.

El término *periné*[1] se refiere tanto al área del tronco situada entre los muslos y las nalgas, que se extiende desde el pubis hasta el cóccix, como al compartimiento aplanado que se sitúa profundo (superior) a esta área e inferior al diafragma pélvico. El periné comprende el ano y los genitales externos: el pene y el escroto en el varón, y la vulva en la mujer.

CINTURA PÉLVICA

La cintura pélvica es un anillo óseo, en forma de cuenco, que conecta la columna vertebral con los dos fémures. Las principales *funciones de la cintura pélvica* son:

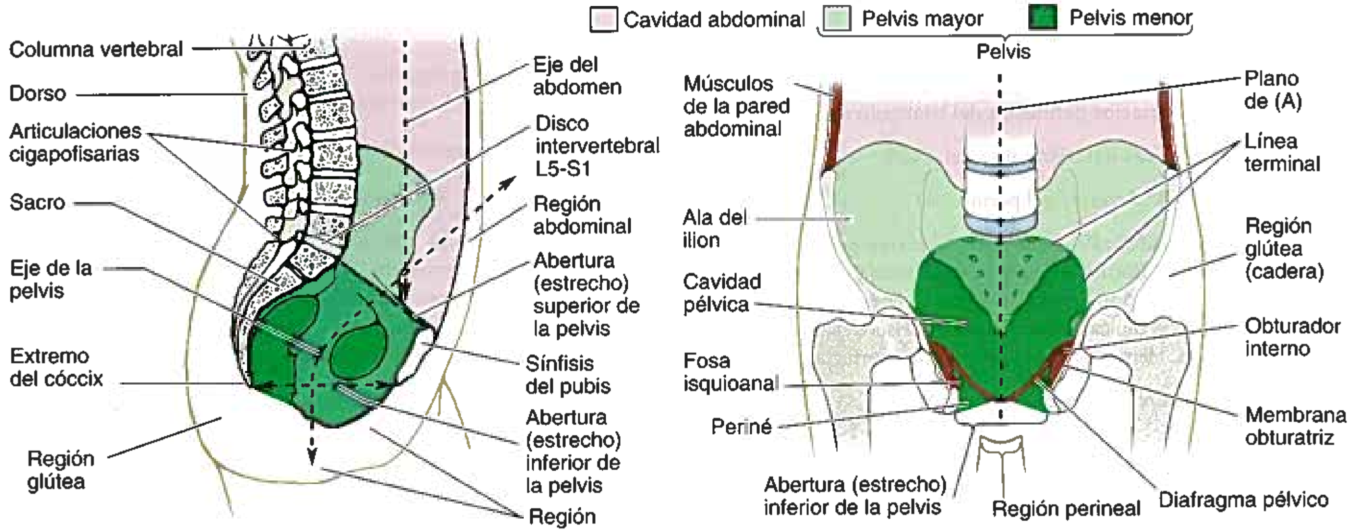
- Resistir el peso de la parte superior del cuerpo en posición sentada y erecta.
- Transferir el peso desde el esqueleto axial al de los miembros inferiores durante la bipedestación y la marcha.
- Proporcionar una inserción para los potentes músculos locomotores y posturales, y para los músculos de la pared abdominal, resistiendo las fuerzas generadas por sus acciones.

Por lo tanto, la cintura pélvica es fuerte y rígida, sobre todo si se compara con la cintura escapular. Otras funciones de la pelvis ósea son:

- Contener y proteger las vísceras pélvicas (porciones inferiores de las vías urinarias y los órganos reproductores internos) y las vísceras abdominales inferiores (intestinos), a la vez que permite el paso de sus porciones terminales (y, en las mujeres, de un feto a término) a través del periné.
- Proporcionar sostén a las vísceras abdominopélvicas y al útero grávido (gestante).
- Proporcionar inserción para los cuerpos eréctiles de los genitales externos.
- Proporcionar inserción para los músculos y las membranas que ayudan a las funciones antes citadas, formando el suelo de la pelvis y llenando los espacios que existen en él o a su alrededor.

---

[1] El término *periné* se ha utilizado de formas diferentes, en idiomas diferentes y en circunstancias diferentes. En su sentido más estricto, y en obstetricia, se ha utilizado para referirse al área superficial al cuerpo perineal, entre la vulva o el escroto y el ano o el propio cuerpo perineal. En un sentido intermedio, únicamente incluye la *región perineal*, una región superficial limitada por los muslos lateralmente, el monte del pubis anteriormente, y el cóccix posteriormente. En su sentido más amplio, tal como se utiliza en la *Terminologia Anatomica* (la terminología anatómica internacional) y en la presente obra, se refiere a la región del cuerpo que incluye todas las estructuras de los triángulos anal y urogenital, superficiales y profundas, que se extienden superiormente hasta la fascia del diafragma pélvico.


☐ Cavidad abdominal
🟩 Pelvis mayor
🟩 Pelvis menor
Pelvis
Columna vertebral
Dorso
Articulaciones cigapofisarias
Sacro
Eje de la pelvis
Extremo del cóccix
Región glútea
Eje del abdomen
Disco intervertebral L5-S1
Región abdominal
Abertura (estrecho) superior de la pelvis
Sínfisis del pubis
Abertura (estrecho) inferior de la pelvis
Región perineal
Músculos de la pared abdominal
Ala del ilion
Cavidad pélvica
Fosa isquioanal
Periné
Abertura (estrecho) inferior de la pelvis
Región perineal
Diafragma pélvico
Plano de (A)
Línea terminal
Región glútea (cadera)
Obturador interno
Membrana obturatriz

(A) Vista medial de la mitad izquierda del tronco inferior seccionado sagitalmente

(B) Vista anterior de la mitad posterior de una sección coronal del tronco inferior

FIGURA 3-1. Pelvis y periné. A y B. La pelvis *(verde)* es el espacio situado dentro de la cintura pélvica, recubierto externamente por las regiones abdominal y glútea, el periné y la parte baja del dorso. Por tanto, la pelvis carece de superficies exteriores. La pelvis mayor *(verde claro)* es pélvica en cuanto a sus límites óseos, pero es abdominal por su contenido. La pelvis menor *(verde oscuro)* proporciona el marco óseo (esqueleto) para la cavidad pélvica y el periné profundo.

Huesos y características de la pelvis ósea

En los individuos maduros, la pelvis ósea está formada por tres huesos (fig. 3-2A):

- Los **huesos coxales** derecho e izquierdo, que son dos huesos grandes, de forma irregular, cada uno de ellos formado por la fusión de tres huesos: el *ilion*, el *isquion* y el *pubis*.
- El **sacro,** formado por la fusión de cinco vértebras sacras, inicialmente separadas.

Las caras internas (mediales o pélvicas) de los huesos coxales limitan la pelvis, formando sus paredes laterales; estas caras se estudiarán en detalle en este capítulo. Sus caras externas, cuya función principal es proporcionar inserción para los músculos del miembro inferior, se estudian en el capítulo 5. Como forman parte de la columna vertebral, el sacro y el cóccix se estudian con detalle en el capítulo 4.

En los lactantes y los niños, los huesos coxales constan de tres huesos separados que se unen mediante el **cartílago trirradiado** en el **acetábulo** (fig. 3-2B), la depresión en forma de copa que hay en la cara lateral del hueso coxal, que se articula con la cabeza del fémur. Tras la pubertad, el ilion, el isquion y el pubis se fusionan para formar el hueso coxal. Los dos huesos coxales se unen por medio de la **sínfisis del pubis,** anteriormente, y con el sacro a través de las *articulaciones sacroilíacas*, posteriormente, para formar la cintura pélvica.

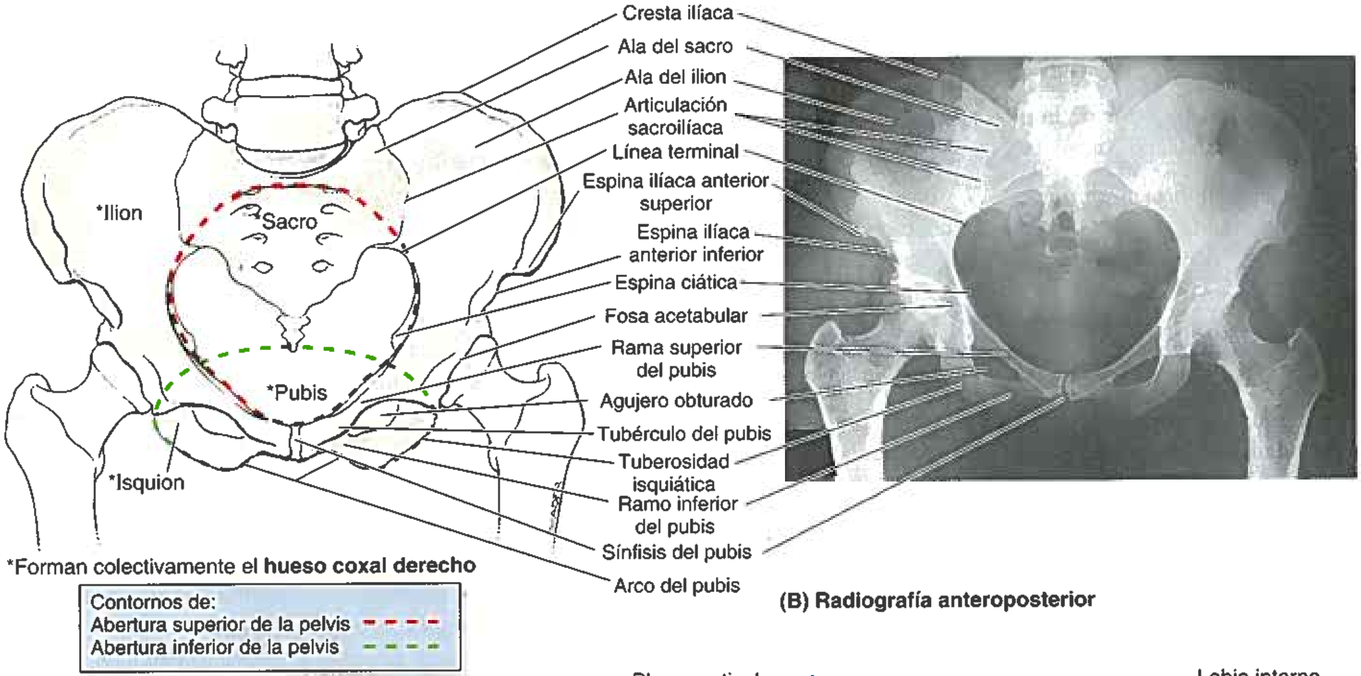
El **ilion** es la parte superior, aplanada y en forma de abanico, del hueso coxal (fig. 3-2B y C). El **ala del ilion** corresponde al país (membrana) del abanico, y el **cuerpo del ilion** a su mango. En su cara externa, el cuerpo del ilion forma la parte superior del acetábulo. La **cresta ilíaca,** el borde del abanico, presenta una curva que sigue el contorno del ala entre las **espinas ilíacas anterior superior** y **posterior superior.** La porción anterior cóncava del ala forma la fosa ilíaca. Posteriormente, la **cara sacropelviana del ilion** presenta una **cara auricular** y una **tuberosidad ilíaca,** para las articulaciones sinovial y sindesmótica con el sacro, respectivamente.

El **isquion** tiene un cuerpo y una rama. El **cuerpo del isquion** forma la porción posterior del acetábulo, y la **rama del isquion** forma parte del **agujero obturado.** La gran protuberancia posteroinferior del isquion es la **tuberosidad isquiática.** La pequeña proyección puntiaguda posterior, cercana a la unión de la rama y el cuerpo, es la **espina ciática.** La concavidad situada entre la espina ciática y la tuberosidad isquiática es la **escotadura ciática menor.** La concavidad más grande, la **escotadura ciática mayor,** se sitúa superior a la espina ciática y está formada en parte por el ilion.

El **pubis** es un hueso angulado que consta de una **rama superior del pubis,** la cual constituye la porción anterior del acetábulo, y una **rama inferior del pubis,** incluida en el límite inferior del agujero obturado. En la parte anterior del **cuerpo del pubis** hay un engrosamiento, la **cresta del pubis,** que termina lateralmente como un abultamiento, el **tubérculo del pubis** o espina púbica. La parte lateral de la rama superior del pubis tiene una cresta oblicua, el **pecten del pubis** (cresta pectínea).

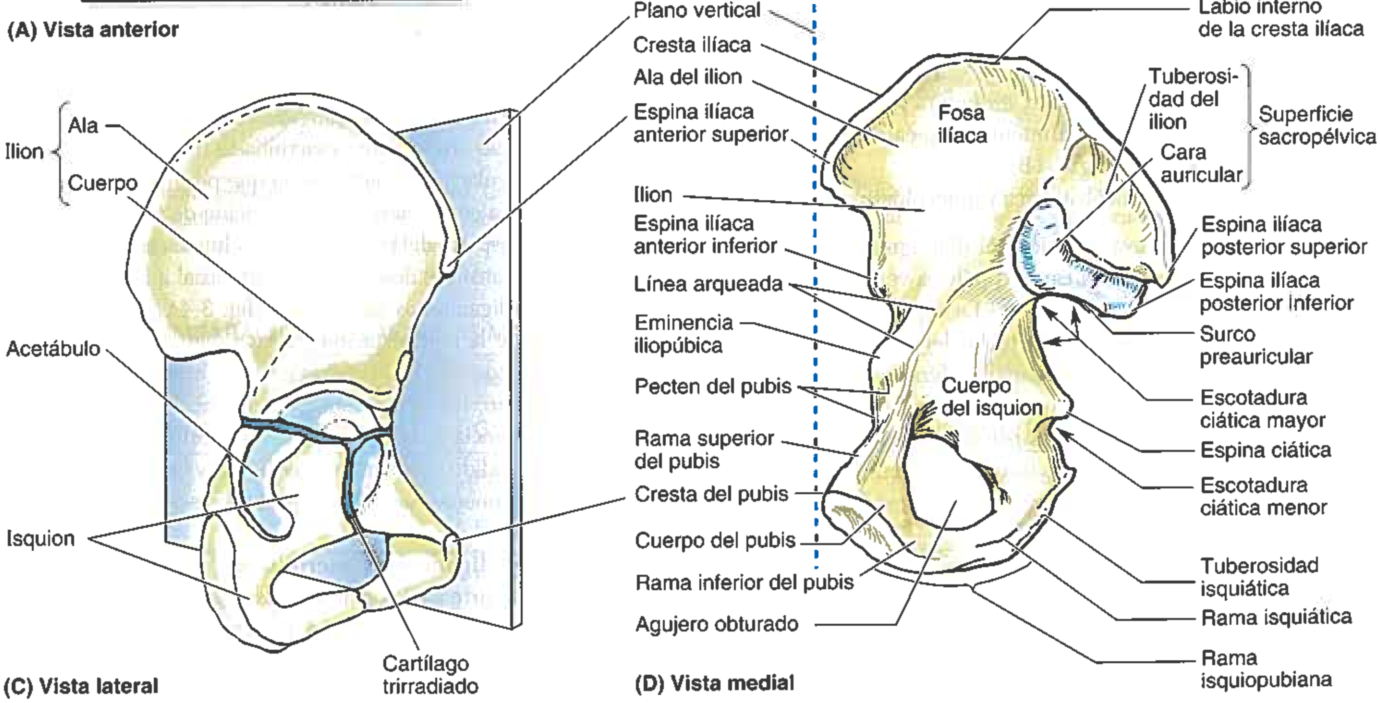
La pelvis ósea está dividida en pelvis *mayor* (*falsa*) y pelvis *menor* (*verdadera*) por el plano oblicuo de la **abertura superior de la pelvis** o estrecho superior de la pelvis (figs. 3-1A y 3-2A). El reborde óseo que rodea y define esta abertura superior es la **línea terminal,** formada por:

- El *promontorio* y el *ala del sacro* (cara superior de su porción lateral, adyacente al cuerpo del sacro).
- La **línea terminal derecha** e **izquierda,** que juntas forman una cresta oblicua continua consistente en:
  (1) La **línea arqueada** sobre la cara interna del ilion.
  (2) El *pecten del pubis* (línea pectínea) y la *cresta del pubis*, que forman el borde superior de la rama superior y del cuerpo del pubis.


Cresta ilíaca
Ala del sacro
Ala del ilion
Articulación sacroilíaca
Línea terminal
Espina ilíaca anterior superior
Espina ilíaca anterior inferior
Espina ciática
Fosa acetabular
Rama superior del pubis
Agujero obturado
Tubérculo del pubis
Tuberosidad isquiática
Ramo inferior del pubis
Sínfisis del pubis
Arco del pubis
*Ilion
Sacro
*Pubis
*Isquion
*Forman colectivamente el **hueso coxal derecho**
Contornos de:
Abertura superior de la pelvis
Abertura inferior de la pelvis

(A) Vista anterior

(B) Radiografía anteroposterior


Ilion
Ala
Cuerpo
Acetábulo
Isquion
Cartílago trirradiado
Plano vertical
Cresta ilíaca
Ala del ilion
Espina ilíaca anterior superior
Ilion
Espina ilíaca anterior inferior
Línea arqueada
Eminencia iliopúbica
Pecten del pubis
Rama superior del pubis
Cresta del pubis
Cuerpo del pubis
Rama inferior del pubis
Agujero obturado
Fosa ilíaca
Cuerpo del isquion
Labio interno de la cresta ilíaca
Tuberosidad del ilion
Cara auricular
Superficie sacropélvica
Espina ilíaca posterior superior
Espina ilíaca posterior inferior
Surco preauricular
Escotadura ciática mayor
Espina ciática
Escotadura ciática menor
Tuberosidad isquiática
Rama isquiática
Rama isquiopubiana

(C) Vista lateral

(D) Vista medial

FIGURA 3-2. Cintura pélvica. A y B. Características anatómicas (A) y radiológicas (B) de la cintura pélvica. La cintura pélvica está formada por los dos huesos coxales (del esqueleto del miembro inferior) anterior y lateralmente, y por el sacro (del esqueleto axial) posteriormente. C. El hueso coxal se encuentra en posición anatómica cuando la espina ilíaca anterior superior y la cara anterior del pubis se encuentran en el mismo plano vertical. El coxal preadolescente está formado por tres huesos —ilion, isquion y pubis— que confluyen en el acetábulo, con forma de copa. Antes de fusionarse, los huesos están unidos por un cartílago trirradiado a lo largo de una línea en forma de Y *(azul)*. D. Coxal derecho de un adulto en posición anatómica que muestra los huesos fusionados. (B por cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

El **arco del pubis** está formado por las **ramas isquiopubianas** (ramas inferiores del pubis y del isquion unidas) de ambos lados (fig. 3-2A y C). Estas ramas se unen en la *sínfisis del pubis*, y sus bordes inferiores definen el **ángulo subpubiano** (fig. 3-3). La anchura del ángulo subpubiano está determinada por la distancia entre las tuberosidades isquiáticas derecha e izquierda, que puede medirse mediante un tacto vaginal.

La **abertura inferior de la pelvis,** o estrecho inferior de la pelvis, está limitada por (fig. 3-1A y 3-2A):

- El *arco del pubis* anteriormente.
- Las *tuberosidades isquiáticas* lateralmente.
- El borde inferior del *ligamento sacrotuberoso* (discurre entre el cóccix y la tuberosidad isquiática) posterolateralmente.
- El *extremo del cóccix* posteriormente.

La **pelvis mayor** (pelvis falsa) es la porción de la pelvis (fig. 3-1):

- Superior a la abertura superior de la pelvis.
- Limitada por las alas de ambos íliones posterolateralmente y por la cara anterosuperior de la vértebra S1 posteriormente.
- Ocupada por algunas vísceras abdominales, como el colon sigmoide y algunas asas del íleon.

La **pelvis menor** (pelvis verdadera) es la porción de la pelvis:

- Localizada entre las *aberturas superior* e *inferior* de la pelvis.
- Limitada por las caras pélvicas de los huesos coxales, el sacro y el cóccix.
- Que incluye la *cavidad pélvica* verdadera y las porciones profundas del *periné* (compartimiento perineal), concretamente las fosas isquioanales (fig. 3-1B).
- Con mayor relevancia obstétrica y ginecológica.

La superficie cóncava superior del diafragma musculofascial pélvico forma el suelo de la cavidad pélvica verdadera que, por tanto, es más profunda centralmente La superficie inferior convexa del diafragma pélvico forma el techo del periné, que por tanto es aplanada centralmente y profunda periféricamente. Sus partes laterales (fosas isquioanales) se extienden hacia arriba hasta entrar en la pelvis menor. Los términos *pelvis, pelvis menor* y *cavidad pélvica* se usan habitualmente de forma incorrecta, como si fuesen sinónimos.

Orientación de la pelvis ósea

Cuando una persona está en posición anatómica, las espinas ilíacas anteriores superiores (EIAS) derecha e izquierda y la cara anterior de la sínfisis del pubis se sitúan en el mismo plano vertical (fig. 3-2B y C). Al observar anteriormente una pelvis ósea en esta posición (fig. 3-2A), el extremo del cóccix se ve cerca del centro de la abertura superior de la pelvis, y los huesos púbicos y la sínfisis del pubis constituyen más bien un suelo para sostener el peso que una pared anterior. En la vista medial (fig. 3-1A), el promontorio del sacro se sitúa directamente superior al centro de la abertura inferior de la pelvis (localización del cuerpo perineal). Por lo tanto, el eje curvo de la pelvis cruza el eje de la cavidad abdominal formando un ángulo oblicuo.

La pelvis ósea del hombre y de la mujer difiere en varios aspectos (fig. 3-3; tabla 3-1). Estas diferencias sexuales se relacionan principalmente con la complexión más pesada y los músculos más grandes de la mayoría de los hombres, y con la adaptación de la pelvis (sobre todo de la pelvis menor) en las mujeres para el parto. (V. el cuadro azul «Variaciones de las pelvis masculina y femenina», p. 334.)

Articulaciones y ligamentos de la cintura pélvica

Las principales articulaciones de la pelvis son las *articulaciones sacroilíacas* y la *sínfisis del pubis* (fig. 3-4). Las articulaciones sacroilíacas unen el **esqueleto axial** (esqueleto del tronco, formado a este nivel por la columna vertebral) con el **esqueleto apendicular inferior** (esqueleto de los miembros inferiores). Las articulaciones lumbosacra y sacrococcígea, a pesar de pertenecer al esqueleto axial, están directamente relacionadas con la cintura pélvica. Unos ligamentos fuertes sujetan y refuerzan estas articulaciones.

ARTICULACIONES SACROILÍACAS

Las **articulaciones sacroilíacas** son articulaciones complejas, fuertes, que soportan peso, y constan de una articulación sinovial anterior (entre las *caras auriculares* del sacro y el ilion, cubiertas por cartílago articular) y una sindesmosis posterior (entre las *tuberosidades* de los mismos huesos) (fig. 3-4B). Las superficies (caras) auriculares de la articulación sinovial presentan elevaciones y depresiones, irregulares pero congruentes, que encajan entre sí (fig. 3-5A y C). Las articulaciones sacroilíacas difieren de la mayor parte de las articulaciones sinoviales en que permiten una movilidad limitada, una consecuencia de su función de transmisión del peso de la mayor parte del cuerpo hacia los huesos coxales.

El peso se transfiere desde el esqueleto axial a los dos íliones a través de los ligamentos sacroilíacos (fig. 3-4A), y luego a los fémures durante la bipedestación y a las tuberosidades isquiáticas durante la sedestación. Mientras las caras articulares estén en estrecho contacto, las articulaciones sacroilíacas se mantendrán estables. A diferencia de la piedra angular del centro de un arco, el sacro está suspendido entre los huesos ilíacos, y firmemente unido a ellos por los ligamentos sacroilíacos posteriores e interóseos (figura 3-5A).

Los delgados **ligamentos sacroilíacos anteriores** forman simplemente la parte anterior de la cápsula fibrosa de la porción sinovial de la articulación (figs. 3-5A y 3-6). Los abundantes **ligamentos sacroilíacos interóseos** (situados profundos entre las tuberosidades del sacro y el ilion, y que ocupan un área de unos 10 cm^2), son las principales estructuras que intervienen en la transferencia del peso de la parte superior del cuerpo, desde el esqueleto axial a los dos íliones del esqueleto apendicular (fig. 3-5A).

Los **ligamentos sacroilíacos posteriores** constituyen la continuación posterior externa de la misma masa de tejido fibroso (figs. 3-5A y 3-6). Como las fibras de los ligamentos interóseos y sacroilíacos posteriores discurren oblicuamente hacia arriba y hacia fuera desde el sacro, el peso axial que presiona el sacro hacia abajo en realidad tira de los íliones hacia dentro (medialmente), de ma-

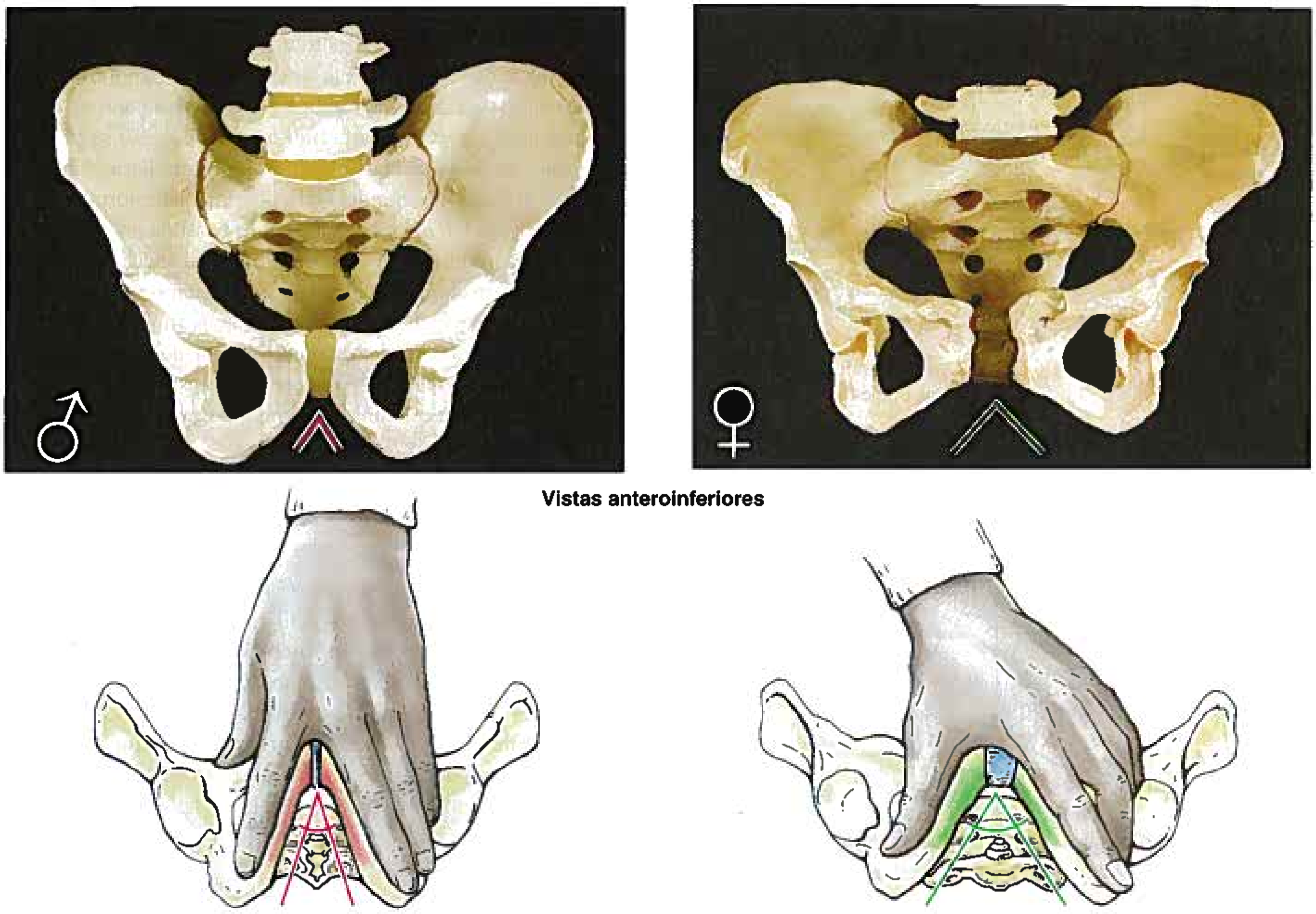
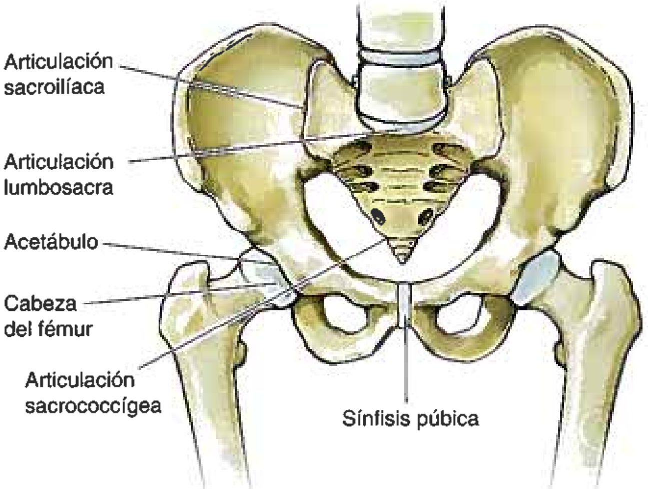


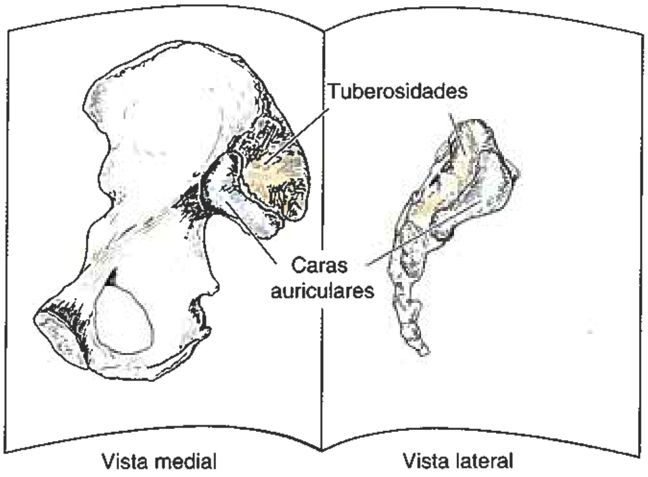
FIGURA 3-3. Cinturas pélvicas masculina y femenina. Los arcos del pubis, o ángulos subpubianos, de cada sexo (masculino = *rojo*; femenino = *verde*) pueden reproducirse aproximadamente separando los dedos índice y medio (lo que evidencia el estrecho ángulo subpubiano de la pelvis masculina) o los dedos pulgar e índice (lo que muestra el ángulo subpubiano más ancho de la pelvis femenina).

TABLA 3-1. COMPARACIÓN DE LAS PELVIS MASCULINA Y FEMENINA

Pelvis ósea	**Hombre (♂)**	**Mujer (♀)**
Estructura general	Gruesa y pesada	Delgada y ligera
Pelvis mayor	Profunda	Poco profunda
Pelvis menor	Estrecha y profunda, cónica	Ancha y poco profunda, cilíndrica
Abertura (estrecho) superior de la pelvis	Forma de corazón, estrecha	Oval o redondeada, ancha
Abertura (estrecho) inferior de la pelvis	Comparativamente pequeña	Comparativamente grande
Arco del pubis y ángulo subpubiano	Estrecho (< 70°)	Ancho (> 80°)
Agujero obturado	Redondo	Oval
Acetábulo	Grande	Pequeño
Escotadura ciática mayor	Estrecha (~70°); V invertida	Casi 90°



(A) Vista anterior – articulaciones de la cintura pélvica



(B) Vista en libro abierto de las caras auriculares de la articulación sacroilíaca

FIGURA 3-4. Articulaciones de la cintura pélvica. A. Las articulaciones sacroilíacas unen los esqueletos axial y apendicular inferior. Las articulaciones lumbosacra y sacrococcígea son articulaciones del esqueleto axial relacionadas directamente con la cintura pélvica. **B.** Superficies auriculares y tuberosidades del ilion y el sacro en una vista en «libro abierto».

nera que comprimen al sacro entre ellos, encajando con fuerza las superficies congruentes, pero irregulares, de las articulaciones sacroilíacas. Los **ligamentos iliolumbares** participan en este mecanismo como ligamentos auxiliares (fig. 3-6).

Inferiormente, los ligamentos sacroilíacos posteriores reciben fibras que se extienden desde el borde posterior de los íliones (entre las espinas ilíacas posterior superior y posterior inferior) y la base del cóccix para formar el sólido **ligamento sacrotuberoso** (fig. 3-6). Este ligamento pasa desde el ilion posterior y el sacro y cóccix laterales hasta la tuberosidad isquiática, transformando la escotadura ciática del hueso coxal en un gran agujero ciático. El **ligamento sacroespinoso,** que pasa desde el sacro y el cóccix laterales hasta la espina ciática, divide de nuevo este agujero en los **agujeros ciáticos mayor** y **menor.**

Generalmente, el movimiento de la articulación sacroilíaca está limitado, por el encajamiento de los huesos articulados y los ligamentos sacroilíacos, a ligeros movimientos de deslizamiento y de rotación (fig. 3-5D). Tras un salto desde una altura elevada o al levantar pesos en posición erecta, se transmite al extremo superior del sacro una fuerza considerable a través de los cuerpos de las vértebras lumbares. Como esta transferencia de peso se produce anteriormente al eje de las articulaciones sacroilíacas, tiende a empujar a la parte superior del sacro inferior y anteriormente. No obstante, la rotación del sacro superior es resistida por los fuertes ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso, que anclan el extremo inferior del sacro al isquion, evitando su rotación superior y posterior (figs. 3-5D y 3-6). Estos ligamentos sólo permiten un limitado movimiento ascendente del extremo inferior del sacro respecto a los huesos coxales, lo que proporciona resistencia a la región sacroilíaca cuando la columna vertebral soporta aumentos de peso o de presión repentinos.

SÍNFISIS DEL PUBIS

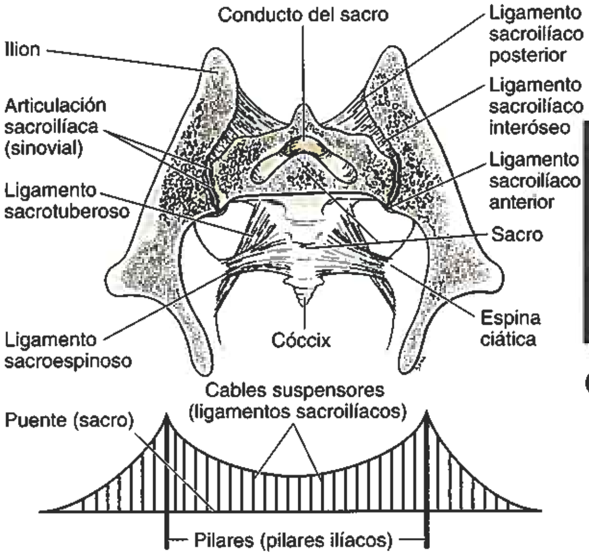
Esta articulación cartilaginosa secundaria está formada por el disco fibrocartilaginoso interpúbico y los ligamentos circundantes que unen los cuerpos de ambos pubis en el plano medio (fig. 3-7). Generalmente, el **disco interpúbico** es más ancho en la mujer. Los ligamentos que unen ambos huesos están engrosados en los bordes superior e inferior de la sínfisis para formar los ligamentos superior e inferior del pubis. El **ligamento superior del pubis** conecta las caras superiores de los cuerpos del pubis y el disco interpúbico, extendiéndose lateralmente hasta los tubérculos del pubis. El **ligamento inferior del pubis** (arqueado del pubis) es un grueso arco de fibras que conecta las caras inferiores de los componentes de la articulación, redondeando el *ángulo subpubiano* cuando forma el vértice del *arco del pubis* (fig. 3-3). Las fibras decusadas de las inserciones tendinosas de los músculos recto del abdomen y oblicuo externo del abdomen también refuerzan, anteriormente, la sínfisis del pubis (v. cap. 2).

ARTICULACIONES LUMBOSACRAS

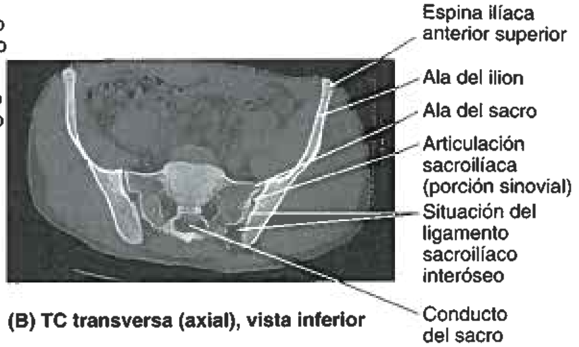
Las vértebras L5 y S1 se articulan anteriormente mediante la **articulación intervertebral** formada por el **disco intervertebral** L5-S1 situado entre sus cuerpos (fig. 3-4A) y las dos **articulaciones cigapofisarias** posteriores entre las apófisis articulares de estas vértebras (v. fig. 3-1). Las caras articulares de la vértebra S1 orientadas posteromedialmente encajan con las caras articulares inferiores de la vértebra L5, que se orientan anterolateralmente, con lo cual se evita que L5 se deslice anteriormente por la inclinación del sacro. Estas articulaciones están reforzadas adicionalmente por los **ligamentos iliolumbares** en forma de abanico, que irradian desde las apófisis transversas de L5 a ambos íliones (fig. 3-6).

ARTICULACIÓN SACROCOCCÍGEA

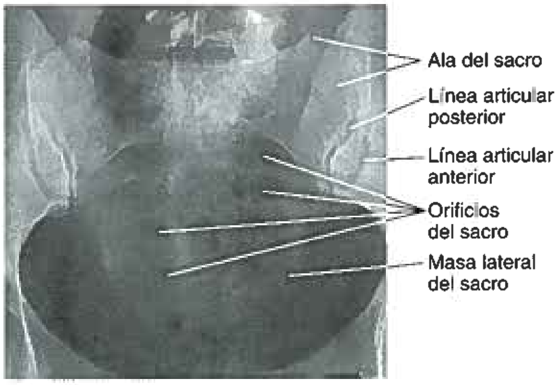
La **articulación sacrococcígea** es una articulación cartilaginosa secundaria (fig. 3-4A) con un disco intervertebral. Fibrocartílago y ligamentos unen el vértice del sacro a la base del cóccix. Los **ligamentos sacrococcígeos** anterior y posterior son cintas largas que refuerzan la articulación (fig. 3-6).


Conducto del sacro
Ilion
Articulación sacroilíaca (sinovial)
Ligamento sacrotuberoso
Ligamento sacroespinoso
Cóccix
Ligamento sacroilíaco posterior
Ligamento sacroilíaco interóseo
Ligamento sacroilíaco anterior
Sacro
Espina ciática
Cables suspensores (ligamentos sacroilíacos)
Puente (sacro)
Pilares (pilares ilíacos)

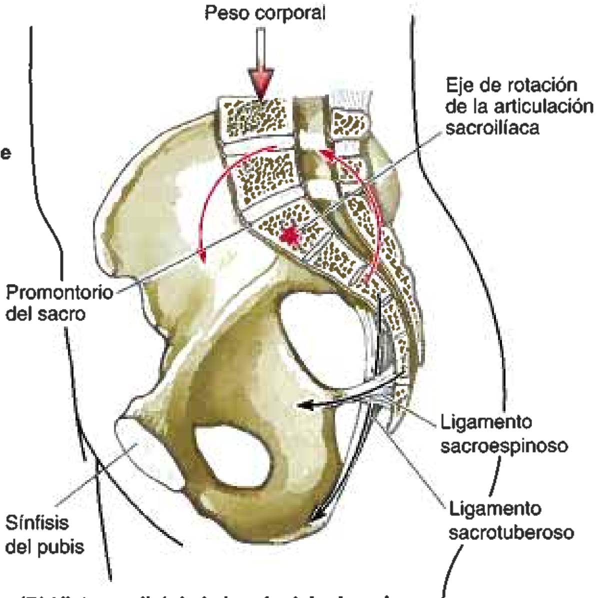
(A) Vista anterior de un corte coronal de la cintura pélvica y sus ligamentos, comparándola con un puente colgante


Espina ilíaca anterior superior
Ala del ilion
Ala del sacro
Articulación sacroilíaca (porción sinovial)
Situación del ligamento sacroilíaco interóseo
Conducto del sacro

(B) TC transversa (axial), vista inferior


Ala del sacro
Línea articular posterior
Línea articular anterior
Orificios del sacro
Masa lateral del sacro

(C) Proyección anteroposterior


Peso corporal
Eje de rotación de la articulación sacroilíaca
Promontorio del sacro
Ligamento sacroespinoso
Ligamento sacrotuberoso
Sínfisis del pubis

(D) Vista medial de la hemipelvis derecha

FIGURA 3-5. Articulaciones sacroilíacas y sínfisis del pubis, con sus ligamentos. A. Mitad posterior de una sección coronal que muestra la cintura pélvica y sus articulaciones sacroilíacas. Los fuertes ligamentos interóseos sacroilíacos se sitúan profundos (anteroinferiores) a los ligamentos sacroilíacos posteriores, y están formados por fibras más cortas que conectan la tuberosidad del sacro con la tuberosidad del ilion, suspendiendo el sacro de los dos iliones (ilion derecho e izquierdo) del mismo modo que la porción central de un puente colgante está suspendido por ambos extremos de los pilares. **B.** TC de las porciones sinovial y sindesmótica de la articulación sacroilíaca. **C.** Como las caras articulares son irregulares y ligeramente oblicuas, las partes anterior y posterior de la articulación se ven separadas en las radiografías anteroposteriores. **D.** El peso del cuerpo se transmite al sacro anterior a su eje de rotación en la articulación sacroilíaca. Los fuertes ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso, que anclan el sacro inferior y el cóccix al isquion, se oponen a la rotación anterior e inferior del sacro superior provocada por la transmisión de los aumentos de peso o de fuerza sobre el sacro.

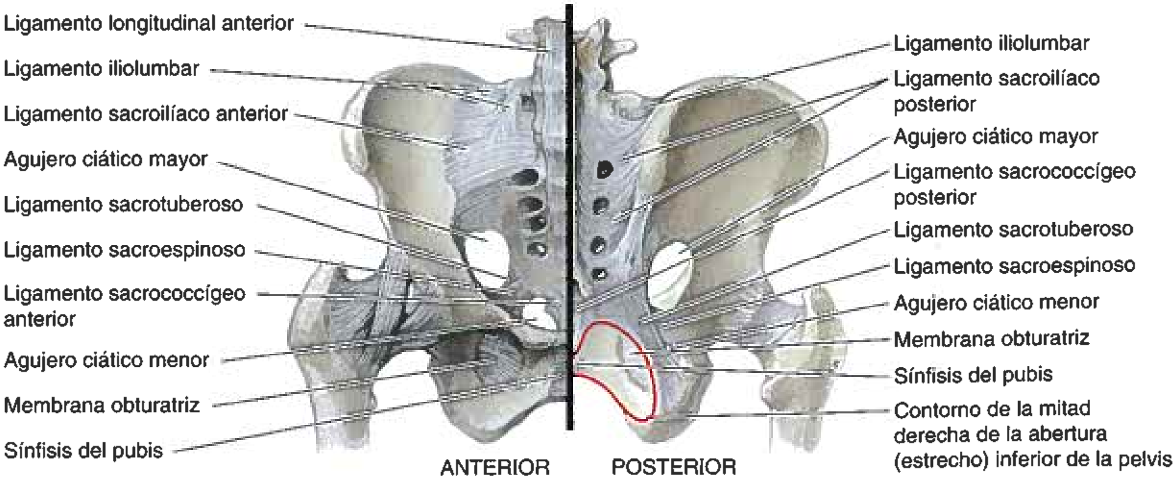
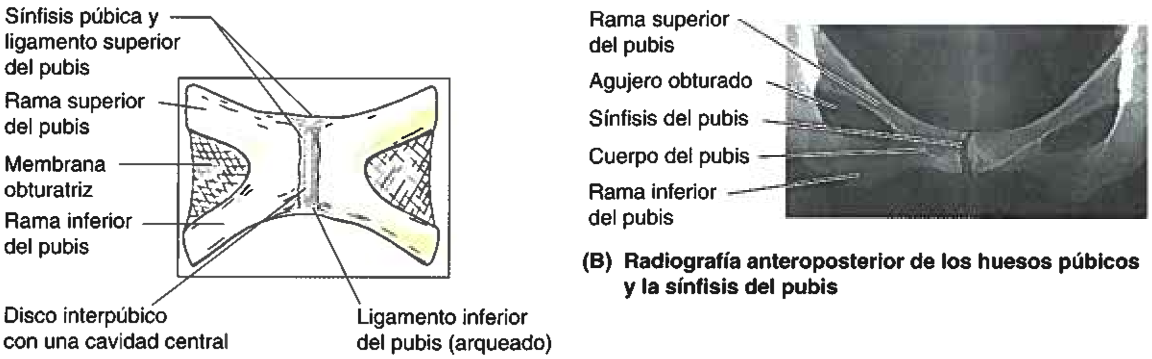

Ligamento longitudinal anterior
Ligamento iliolumbar
Ligamento sacroilíaco anterior
Agujero ciático mayor
Ligamento sacrotuberoso
Ligamento sacroespinoso
Ligamento sacrococcígeo anterior
Agujero ciático menor
Membrana obturatriz
Sínfisis del pubis
ANTERIOR
POSTERIOR
Ligamento iliolumbar
Ligamento sacroilíaco posterior
Agujero ciático mayor
Ligamento sacrococcígeo posterior
Ligamento sacrotuberoso
Ligamento sacroespinoso
Agujero ciático menor
Membrana obturatriz
Sínfisis del pubis
Contorno de la mitad derecha de la abertura (estrecho) inferior de la pelvis

FIGURA 3-6. Ligamentos de la cintura pélvica. Los ligamentos de la articulación de la cadera (que se muestran sin rotular) se identificarán en el capítulo 5 (Miembro inferior).


Sínfisis púbica y ligamento superior del pubis
Rama superior del pubis
Membrana obturatriz
Rama inferior del pubis
Disco interpúbico con una cavidad central
Ligamento inferior del pubis (arqueado)
Rama superior del pubis
Agujero obturado
Sínfisis del pubis
Cuerpo del pubis
Rama inferior del pubis

(A) Vista anteroinferior de los huesos púbicos y la sínfisis del pubis

(B) Radiografía anteroposterior de los huesos púbicos y la sínfisis del pubis

FIGURA 3-7. Sínfisis del pubis. A. La sínfisis del pubis es una articulación cartilaginosa secundaria entre los cuerpos de los huesos púbicos. **B.** Aspecto radiográfico de la sínfisis del pubis en posición anatómica. En esta posición, los cuerpos de los huesos del pubis son prácticamente horizontales y la articulación se ve acortada.

CINTURA PÉLVICA

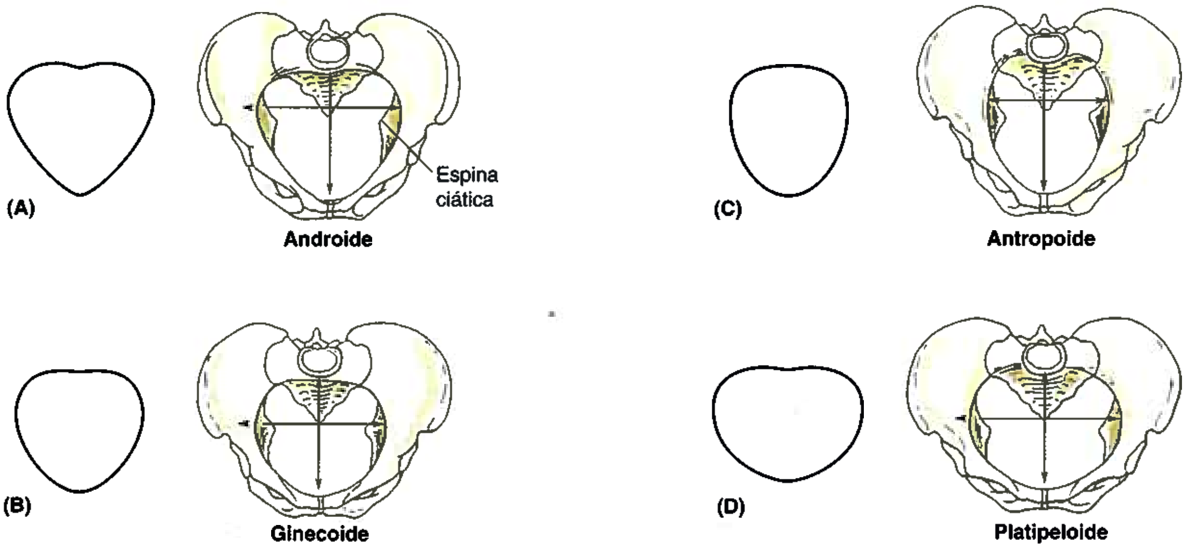
Variaciones de las pelvis masculina y femenina

Aunque las diferencias anatómicas entre las pelvis masculina y femenina suelen ser claras, la pelvis de cualquier persona puede presentar características del sexo contrario. Los tipos de pelvis que se muestran en la figura C3-1A y C son los más comunes en los hombres, los tipos B y A en las mujeres blancas, y los tipos B y C en las mujeres negras; el tipo D es infrecuente en ambos sexos. La **pelvis ginecoide** es el tipo femenino normal (fig. C3-1B); su abertura (estrecho) superior presenta típicamente una forma redondeada oval y un diámetro transverso ancho. Una **pelvis androide** (masculina o en embudo) en una mujer puede comportar riesgos durante el parto vaginal (fig. C3-1A).

En **medicina forense** (aplicación de los conocimientos médicos y anatómicos a efectos legales), la identificación de restos óseos humanos suele incluir la determinación del sexo. Uno de los principales focos de atención es la pelvis ósea, ya que las diferencias sexuales suelen ser claramente apreciables. Incluso los fragmentos de la pelvis ósea ayudan a determinar el sexo.

Diámetros (conjugados) pélvicos

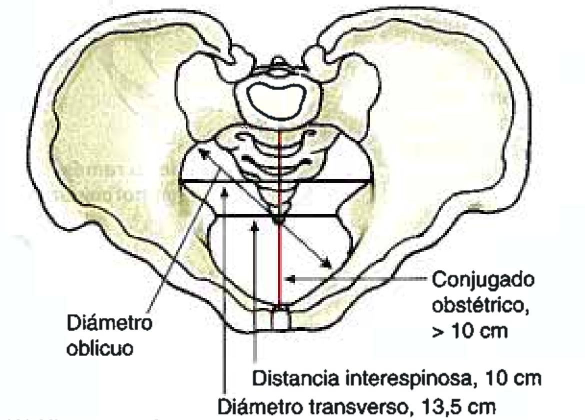
El tamaño de la pelvis menor es especialmente importante en obstetricia, ya que constituye el conducto óseo a través del cual pasará el feto durante el parto vaginal. Para determinar la capacidad de la pelvis femenina para dar a luz, se obtienen radiográficamente los diámetros de la pelvis menor, o manualmente durante una exploración pélvica. El diámetro anteroposterior mínimo de la pelvis menor, el **conjugado verdadero**


Espina ciática
(A)
Androide
(C)
Antropoide
(B)
Ginecoide
(D)
Platipeloide

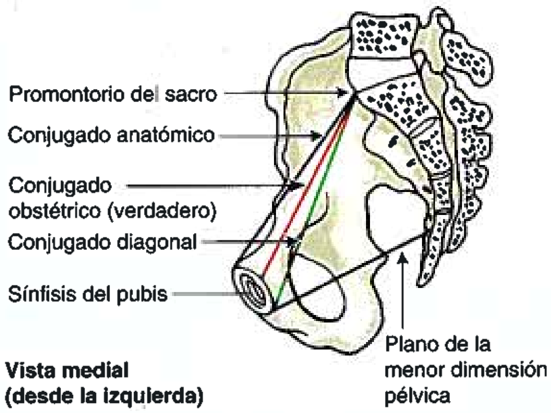
Vistas superiores

FIGURA C3-1.

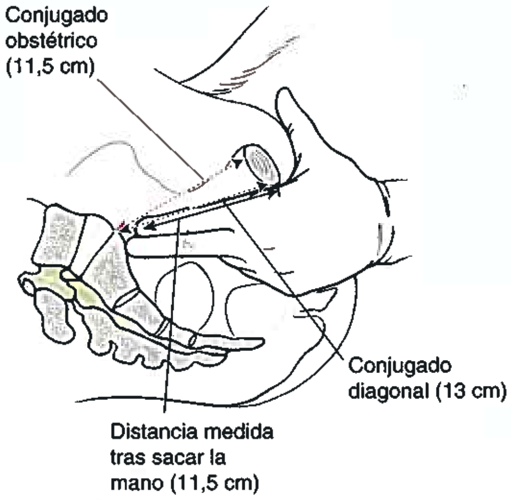
obstétrico, desde el centro del promontorio del sacro hasta el borde posterosuperior (el punto más cercano) de la sínfisis del pubis (fig. C3-2A y B), es la *distancia fija* más estrecha a través de la cual tendrá que pasar la cabeza del niño durante el parto vaginal. Sin embargo, esta distancia no puede medirse directamente durante la exploración pélvica, debido a la presencia de la vejiga urinaria. Por ello, se mide el **conjugado diagonal** (fig. C3-2B) palpando el promontorio del sacro con la punta del *dedo medio*, utilizando la otra mano para marcar el nivel del borde inferior de la sínfisis del pubis en la mano del examinador (fig. C3-2C). Al retirar la mano, se mide la distancia entre la punta del *dedo índice* (1,5 cm más corto que el dedo medio) y el nivel marcado en la sínfisis del pubis para calcular el conjugado verdadero (obstétrico), que debería ser de 11,0 cm o mayor.


Conjugado obstétrico, > 10 cm
Diámetro oblicuo
Distancia interespinosa, 10 cm
Diámetro transverso, 13,5 cm

(A) Vista superior



(B) Vista medial (desde la izquierda)


Conjugado obstétrico (11,5 cm)
Conjugado diagonal (13 cm)
Distancia medida tras sacar la mano (11,5 cm)

(C) Vista medial (desde la derecha)

FIGURA C3-2.

En todas las pelvis óseas, las espinas ciáticas se extienden una hacia la otra, y la **distancia interespinosa** entre ellas es normalmente la parte más estrecha del **conducto de la pelvis** (el paso a través de la abertura superior de la pelvis, la pelvis menor, y la abertura inferior de la pelvis) que tendrá que atravesar la cabeza del niño durante el parto (fig. C3-2B), pero no es una distancia fija (v. el cuadro azul «Relajación de los ligamentos pélvicos y aumento de la movilidad articular durante el embarazo», p. 336). Durante una exploración pélvica, si las espinas ciáticas están lo bastante separadas como para permitir el paso de tres dedos entre los lados de la vagina, se considera que el ángulo subpubiano es suficientemente ancho para permitir el paso de una cabeza de tamaño medio de un feto a término.

Fracturas de la pelvis

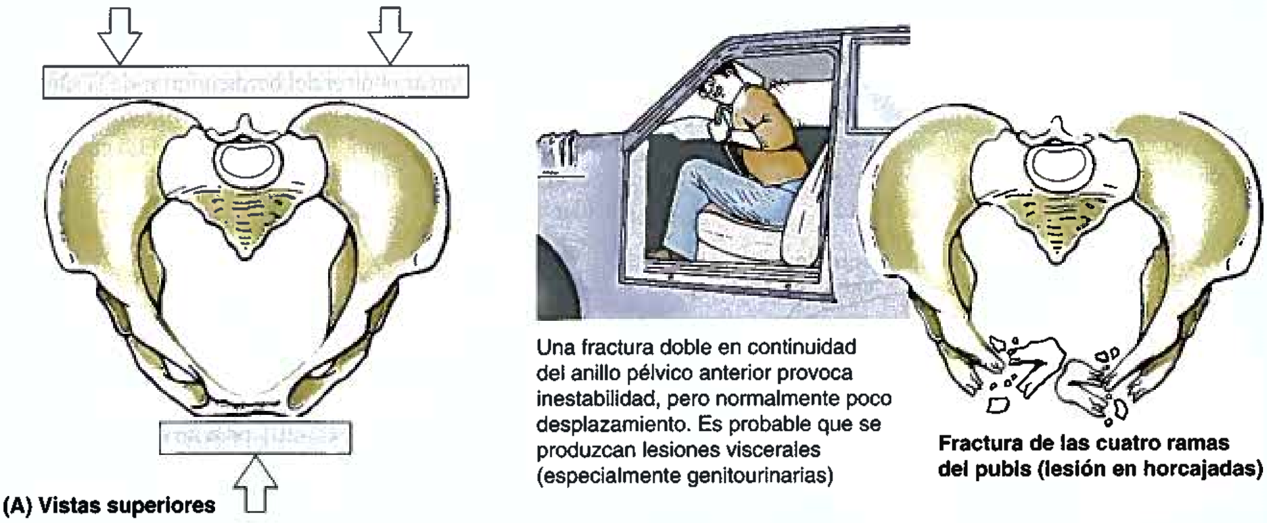
En los accidentes con aplastamiento (como cuando cae un objeto pesado sobre la pelvis, fig. C3-3A) se produce una compresión anteroposterior de la pelvis. Este tipo de traumatismo suele producir fracturas de las ramas del pubis. Cuando la pelvis se comprime lateralmente, los acetábulos y los íliones se comprimen y aproximan entre sí, y pueden fracturarse.

Las fracturas del anillo óseo pélvico son casi siempre múltiples, o bien una combinación de fractura y luxación articular. Esto se puede comprobar tratando de romper una rosquilla sólo por un punto. Algunas fracturas pélvicas se producen por arrancamientos óseos debidos a los fuertes ligamentos asociados a las articulaciones sacroilíacas. (Estos ligamentos se muestran en las figs. 3-3 y 3-4A.)

Las fracturas pélvicas pueden estar provocadas por traumatismos directos sobre los huesos de la pelvis, como sucede en un accidente de automóvil (fig. C3-3A), o por fuerzas transmitidas a estos huesos desde los miembros inferiores en las caídas de pie (fig. C3-3B). Las zonas débiles de la pelvis, que es donde suelen tener lugar las fracturas, son las ramas del pubis, los acetábulos (o el área inmediatamente circundante), la región de las articulaciones sacroilíacas y las alas del ileon.

Las fracturas pélvicas pueden lesionar tejidos blandos, vasos sanguíneos, nervios y órganos pélvicos. Las fracturas de la región pubo-obturatriz son relativamente frecuentes y suelen complicarse, debido a su relación con la vejiga urinaria y la uretra, que pueden romperse o desgarrarse.

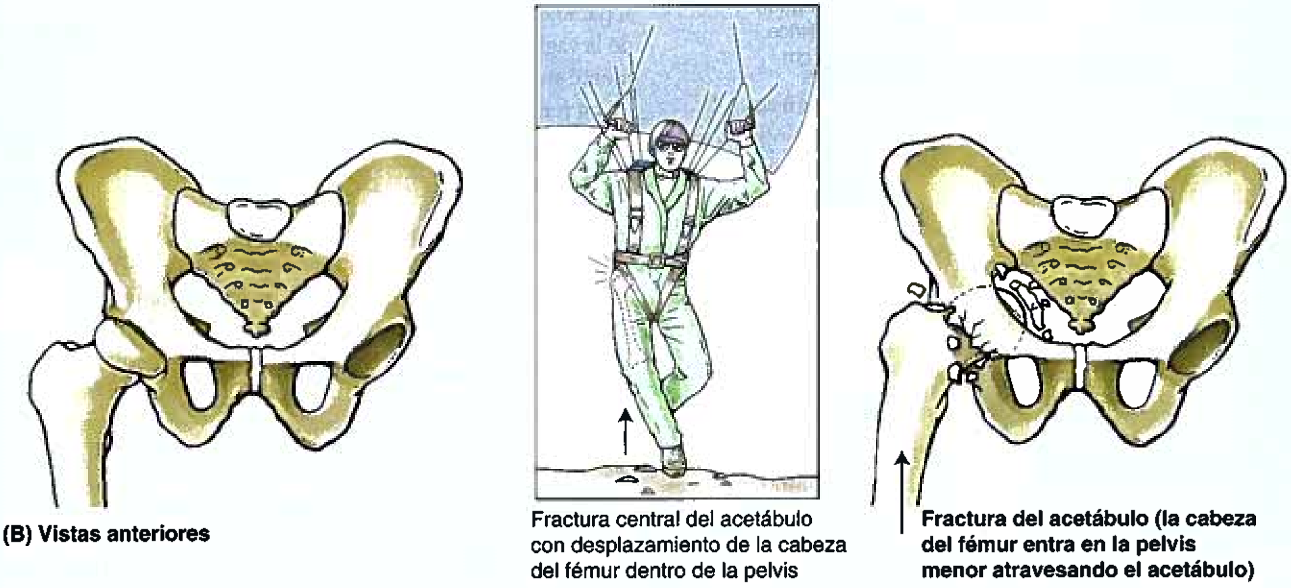
Las caídas de pie o de nalgas desde una escalera de mano alta pueden empujar la cabeza del fémur a través del acetábulo hasta la cavidad pélvica, y lesionar vísceras pélvicas, nervios y vasos. En los sujetos menores de 17 años de edad, el acetábulo puede romperse por el cartílago trirradiado en sus tres porciones embrionarias (fig. 3-2C), o pueden desgarrarse los bordes óseos acetabulares.



Una fractura doble en continuidad del anillo pélvico anterior provoca inestabilidad, pero normalmente poco desplazamiento. Es probable que se produzcan lesiones viscerales (especialmente genitourinarias)

Fractura de las cuatro ramas del pubis (lesión en horcajadas)

(A) Vistas superiores



(B) Vistas anteriores

Fractura central del acetábulo con desplazamiento de la cabeza del fémur dentro de la pelvis

Fractura del acetábulo (la cabeza del fémur entra en la pelvis menor atravesando el acetábulo)

FIGURA C3-3.

Relajación de los ligamentos pélvicos y aumento de la movilidad articular durante el embarazo

La cavidad del disco interpúbico, más grande en la mujer, incrementa su tamaño durante el embarazo. Este cambio aumenta la circunferencia de la pelvis menor y contribuye a aumentar la flexibilidad de la sínfisis del pubis. La elevación de las concentraciones de hormonas sexuales y la presencia de la hormona *relaxina* hacen que las articulaciones y los ligamentos pélvicos se relajen durante la segunda mitad del embarazo y aumente la movilidad de las articulaciones de la pelvis. La relajación de las articulaciones sacroilíacas y de la sínfisis del pubis permite un aumento de hasta un 10 % a 15 % en los diámetros (fundamentalmente el transverso, incluida la distancia interespinosa), y facilita el paso del feto a través del conducto pélvico (canal del parto). El cóccix también puede desplazarse posteriormente.

El único diámetro que no se ve afectado es el conjugado verdadero (obstétrico), entre el promontorio del sacro y la cara posterosuperior de la sínfisis del pubis. La relajación de los ligamentos sacroilíacos hace que el mecanismo de encaje de las articulaciones sacroilíacas sea menos eficaz, al permitir una mayor rotación de la pelvis, y contribuye a la postura lordótica que, con frecuencia, se adopta durante el embarazo al variar el centro de gravedad. La relajación no se limita a los ligamentos de la pelvis, de modo que en las etapas finales del embarazo aumenta la posibilidad de sufrir luxaciones articulares.

Espondilólisis y espondilolistesis

La **espondilólisis** es un defecto por el cual parte de un *arco vertebral* (la proyección posterior del cuerpo vertebral que rodea el conducto vertebral y contiene las apófisis articulares, transversas y espinosa) queda separado del cuerpo. La espondilólisis de la vértebra L5 provoca la separación del cuerpo vertebral y de la parte de su arco vertebral que contiene la apófisis

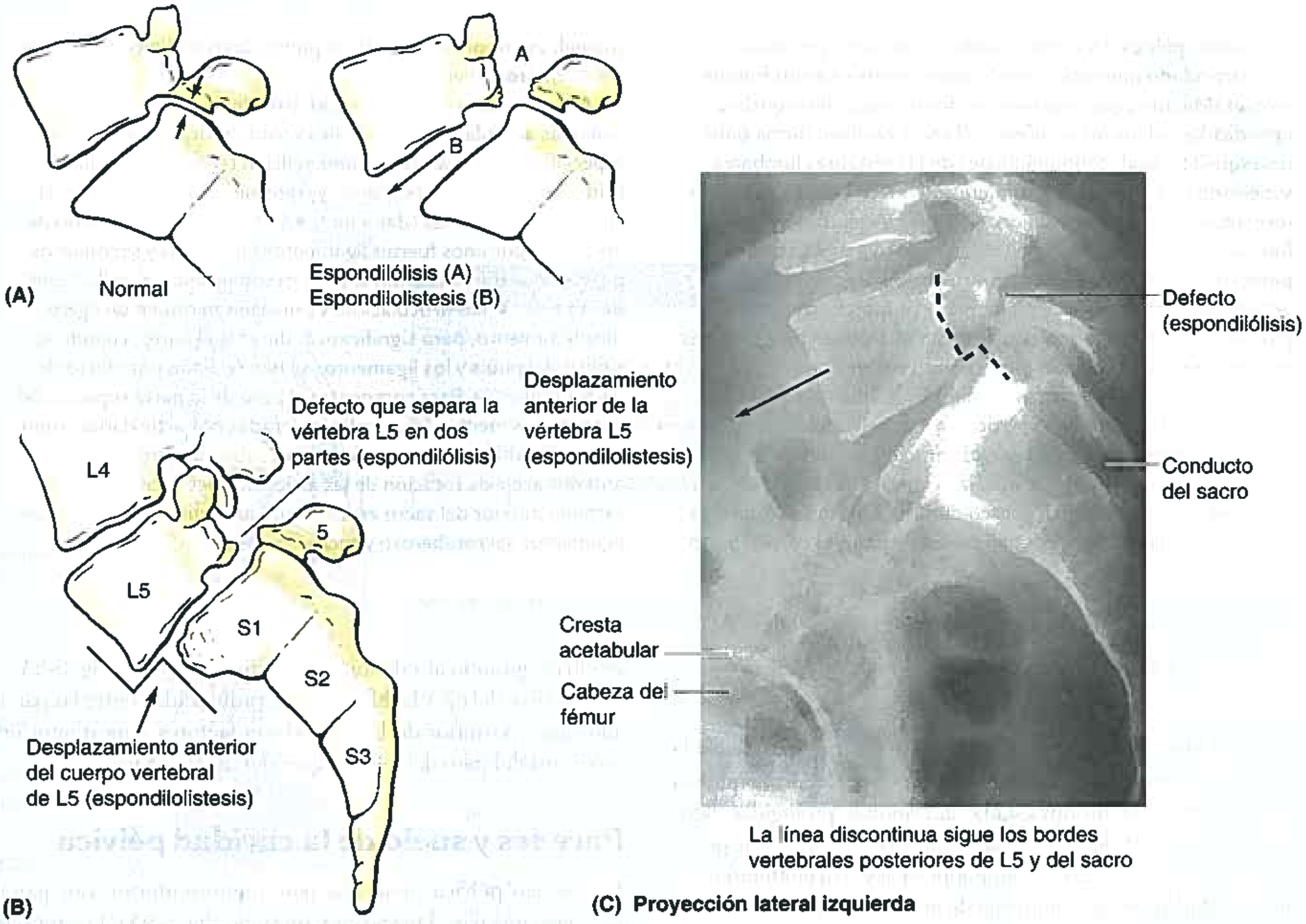

A
B
(A)
Normal
Espondilólisis (A)
Espondilolistesis (B)
Desplazamiento anterior de la vértebra L5 (espondilolistesis)
Defecto que separa la vértebra L5 en dos partes (espondilólisis)
L4
5
L5
S1
S2
S3
Desplazamiento anterior del cuerpo vertebral de L5 (espondilolistesis)
(B)
Cresta acetabular
Cabeza del fémur
Defecto (espondilólisis)
Conducto del sacro
La línea discontinua sigue los bordes vertebrales posteriores de L5 y del sacro
(C) Proyección lateral izquierda

FIGURA C3-4. **A.** Comparación entre una vértebra L5 normal, con unas apófisis articulares intactas que impiden la espondilolistesis, y una vértebra L5 con espondilólisis (A) que provoca espondilolistesis (B). **B.** Interpretación de una radiografía (C) que muestra una espondilólisis con espondilolistesis.

articular inferior. La apófisis articular inferior de L5 normalmente se encaja con las apófisis articulares del sacro. Cuando el defecto es bilateral, el cuerpo de la vértebra L5 puede deslizarse anteriormente sobre el sacro **(espondilolistesis)** y solaparse con el promontorio del sacro (fig. C3-4A a C). La intrusión del cuerpo de L5 en la abertura superior de la pelvis disminuye el diámetro anteroposterior de dicha abertura, lo que puede interferir con el parto. También puede comprimir nervios espinales, provocando lumbalgia o ciatalgia.

Los obstetras exploran la espondilolistesis deslizando los dedos sobre las apófisis espinosas lumbares. La presencia de una apófisis L5 prominente indica que la parte anterior de L5 y la columna vertebral que se encuentra superior a ella pueden haberse desplazado anteriormente respecto al sacro y al arco vertebral de L5. Para confirmar el diagnóstico y medir el diámetro anteroposterior de la abertura superior de la pelvis se utilizan técnicas de diagnóstico por la imagen, como la resonancia magnética (RM) sagital.

Puntos fundamentales

PELVIS Y CINTURA PÉLVICA

Pelvis. La pelvis es el espacio rodeado por la cintura pélvica (pelvis ósea), que se divide en pelvis mayor (la porción inferior de la cavidad abdominal, que está protegida por las alas de ambos íliones) y pelvis menor (el espacio situado dentro del anillo óseo de la pelvis por debajo de la línea terminal). ♦ La pelvis menor proporciona un marco óseo para la cavidad pélvica y el periné, que están separados por el diafragma pélvico musculofascial. ♦ El término *periné* se refiere tanto a la región que incluye el ano y los genitales externos como a un compartimiento aplanado profundo a dicha región. ♦ La pared anterolateral inferior del abdomen, la región glútea y el periné cubren la pelvis.

Cintura pélvica. La cintura pélvica (pelvis ósea) es un anillo óseo articulado que está formado por el sacro y los dos huesos coxales. Mientras que la pelvis ósea forma parte del esqueleto apendicular del miembro inferior, el sacro también forma parte del esqueleto axial, continuándose con las vértebras lumbares superiormente y con el cóccix inferiormente. ♦ Los coxales están formados por la fusión del ilion, el isquion y el pubis. ♦ Las funciones principales de la pelvis ósea son sostener y transmitir peso; sus funciones secundarias incluyen proteger y sostener las vísceras abdominopélvicas, y albergar y proporcionar inserción para las estructuras de los aparatos genital y urinario. ♦ La pelvis ósea está en posición anatómica cuando sus tres puntos más anteriores (las EIAS y la cara anterior de la sínfisis del pubis) se sitúan en el mismo plano vertical. ♦ Las pelvis femenina y masculina son distintas. Los rasgos característicos de la pelvis femenina normal (ginecoide) reflejan el hecho de que el feto tiene que atravesar el canal pélvico durante el parto. ♦ Como las pelvis femeninas atípicas pueden ser incompatibles con un parto vaginal, es importante desde un punto de vista clínico determinar los diámetros pélvicos.

Articulaciones de la pelvis. Las articulaciones sacroilíacas son unas articulaciones sinoviales y sindesmóticas compuestas especializadas, cuyas estructuras reflejan tanto las funciones primarias de la pelvis (soportar y transmitir peso, y estabilizar) como las secundarias (dar a luz). ♦ El sacro está suspendido de los íliones por unos fuertes ligamentos interóseos y sacroilíacos posteriores, transmitiendo el peso y estabilizando el anillo óseo de la pelvis. ♦ Las articulaciones sinoviales permiten un ligero desplazamiento, pero significativo, durante el parto, cuando la sínfisis del pubis y los ligamentos se han relajado por efecto de las hormonas. ♦ Para compensar el peso de la parte superior del cuerpo y las fuerzas adicionales generadas por actividades como saltar y levantar pesos, que se aplican sobre el sacro superior, anterior al eje de rotación de las articulaciones sacroilíacas, el extremo inferior del sacro está anclado al isquion por los densos ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso.

CAVIDAD PÉLVICA

La *cavidad abdominopélvica* se extiende superiormente hacia la caja torácica e inferiormente dentro de la pelvis, de forma que sus porciones superior e inferior están relativamente protegidas (figura 3-8A). Por lo tanto, las heridas perforantes del tórax o de la pelvis pueden afectar a la cavidad abdominopélvica y a su contenido.

La **cavidad pélvica,** con forma de embudo, es el espacio limitado periféricamente por las paredes y el suelo de la pelvis formados por hueso, ligamentos y músculo, y constituye la porción posteroinferior de la cavidad abdominopélvica. Se continúa con la cavidad abdominal en la *abertura superior de la pelvis,* pero forma un ángulo posterior con ella (fig. 3-8A y C). Aunque son continuas, las cavidades pélvica y abdominal se estudian separadamente a efectos descriptivos, lo que facilita un enfoque regional.

La cavidad pélvica contiene las porciones terminales de los uréteres, la vejiga urinaria, el recto, los órganos genitales pélvicos, vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. Además de estas vísceras propias de la pelvis, también contiene lo que podría considerarse como un desbordamiento de las vísceras abdominales: asas de intestino delgado (principalmente íleon) y, con frecuencia, intestino grueso (apéndice vermiforme y colon transverso y/o sigmoide).

La cavidad pélvica está limitada inferiormente por el *diafragma pélvico* musculofascial, que está suspendido por encima de la *abertura* (estrecho) *inferior de la pelvis* (aunque desciende centralmente hasta su nivel), formando el *suelo de la pelvis,* con forma de cuenco. La cavidad pélvica está limitada posteriormente por el cóccix y la porción más inferior del sacro, de forma que la parte superior del sacro forma un techo sobre la mitad posterior de la cavidad (fig. 3-8A y B).

El cuerpo de los huesos pubis y la sínfisis púbica que los une forman una pared anteroinferior mucho menos profunda (más corta) que la pared posterosuperior y el techo formados por el sacro y el cóccix. Por ello, el **eje de la pelvis** (una línea en el plano medio definida por el punto central de la cavidad pélvica a cada nivel) es curvo, girando alrededor de la sínfisis del pubis (fig. 3-8A). La forma curva del eje y la diferencia de profundidad entre las paredes anterior y posterior de la cavidad son factores importantes en la mecánica del paso del feto a través del canal pélvico.

Paredes y suelo de la cavidad pélvica

La cavidad pélvica tiene una pared anteroinferior, dos paredes laterales, una pared posterior y un suelo (fig. 3-9A). Los músculos de las paredes y el suelo de la pelvis se ilustran en la figura 3-10; las inserciones proximales y distales, su inervación y sus acciones principales se resumen en la tabla 3-2.

PARED ANTEROINFERIOR DE LA PELVIS

La pared anteroinferior de la pelvis (en posición anatómica es más un suelo con funciones de sostén que una pared anterior) está formada, principalmente, por los cuerpos y ramas de ambos pubis y la sínfisis del pubis (figs. 3-7 y 3-9B a D). Participa en el sostén del peso de la vejiga urinaria.

PAREDES LATERALES DE LA PELVIS

Las paredes laterales de la pelvis están formadas por los huesos coxales derecho e izquierdo; cada uno de ellos incluye un agujero obturado cerrado por la **membrana obturatriz** (fig. 3-9). La mayor parte de las paredes laterales de la pelvis están cubiertas y almohadilladas por los **músculos obturadores internos** (figs. 3-9C y 3-10A). Las fibras musculares de cada obturador interno convergen posteriormente, se vuelven tendinosas y giran lateralmente, de modo brusco, para pasar desde su origen en la pelvis menor, a través del *agujero ciático menor,* hasta su inserción en el trocánter mayor del fémur. Las superficies mediales de estos músculos están cubiertas por la **fascia obturatriz,** engrosada en su parte central para formar el *arco tendinoso* que proporciona fijación al diafragma pélvico (fig. 3-9D).

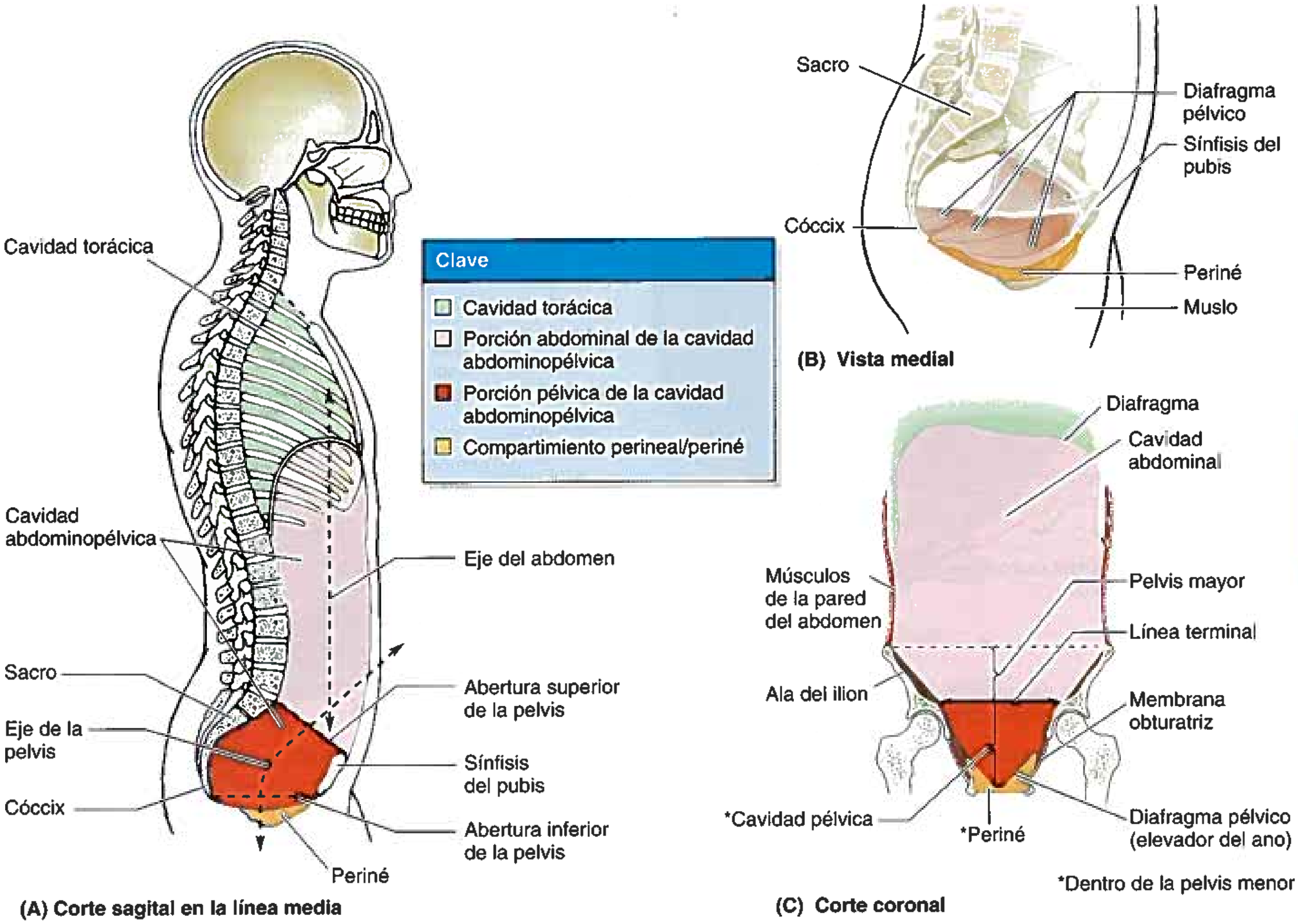

Cavidad torácica
Cavidad abdominopélvica
Sacro
Eje de la pelvis
Cóccix
Periné
Eje del abdomen
Abertura superior de la pelvis
Sínfisis del pubis
Abertura inferior de la pelvis
(A) Corte sagital en la línea media
Clave
🟩 Cavidad torácica
☐ Porción abdominal de la cavidad abdominopélvica
🟥 Porción pélvica de la cavidad abdominopélvica
🟨 Compartimiento perineal/periné
Sacro
Cóccix
Diafragma pélvico
Sínfisis del pubis
Periné
Muslo
(B) Vista medial
Diafragma
Cavidad abdominal
Músculos de la pared del abdomen
Pelvis mayor
Línea terminal
Ala del ilion
Membrana obturatriz
*Cavidad pélvica
*Periné
Diafragma pélvico (elevador del ano)
*Dentro de la pelvis menor
(C) Corte coronal

FIGURA 3-8. **Cavidades torácica y abdominopélvica. A y C.** Cortes del tronco que muestran la relación de las cavidades torácica y abdominopélvica. Aunque la pelvis mayor y la cavidad pélvica son en realidad continuas, están delimitadas por el plano de la abertura superior de la pelvis (definido por la línea terminal). **B.** El diafragma pélvico es una barrera dinámica que separa la pelvis menor y el periné, formando el suelo de la primera y el techo del segundo.

PARED POSTERIOR (PARED POSTEROLATERAL Y TECHO)

En la posición anatómica, la pared posterior de la pelvis consta de una pared y un techo óseos en la línea media (formados por el sacro y el cóccix), y de paredes posterolaterales musculoligamentosas, formadas por las articulaciones sacroilíacas y sus ligamentos asociados junto con los músculos piriformes (fig. 3-9A y C). Dichos ligamentos son los ligamentos sacroilíacos anteriores, sacroespinosos y sacrotuberosos.

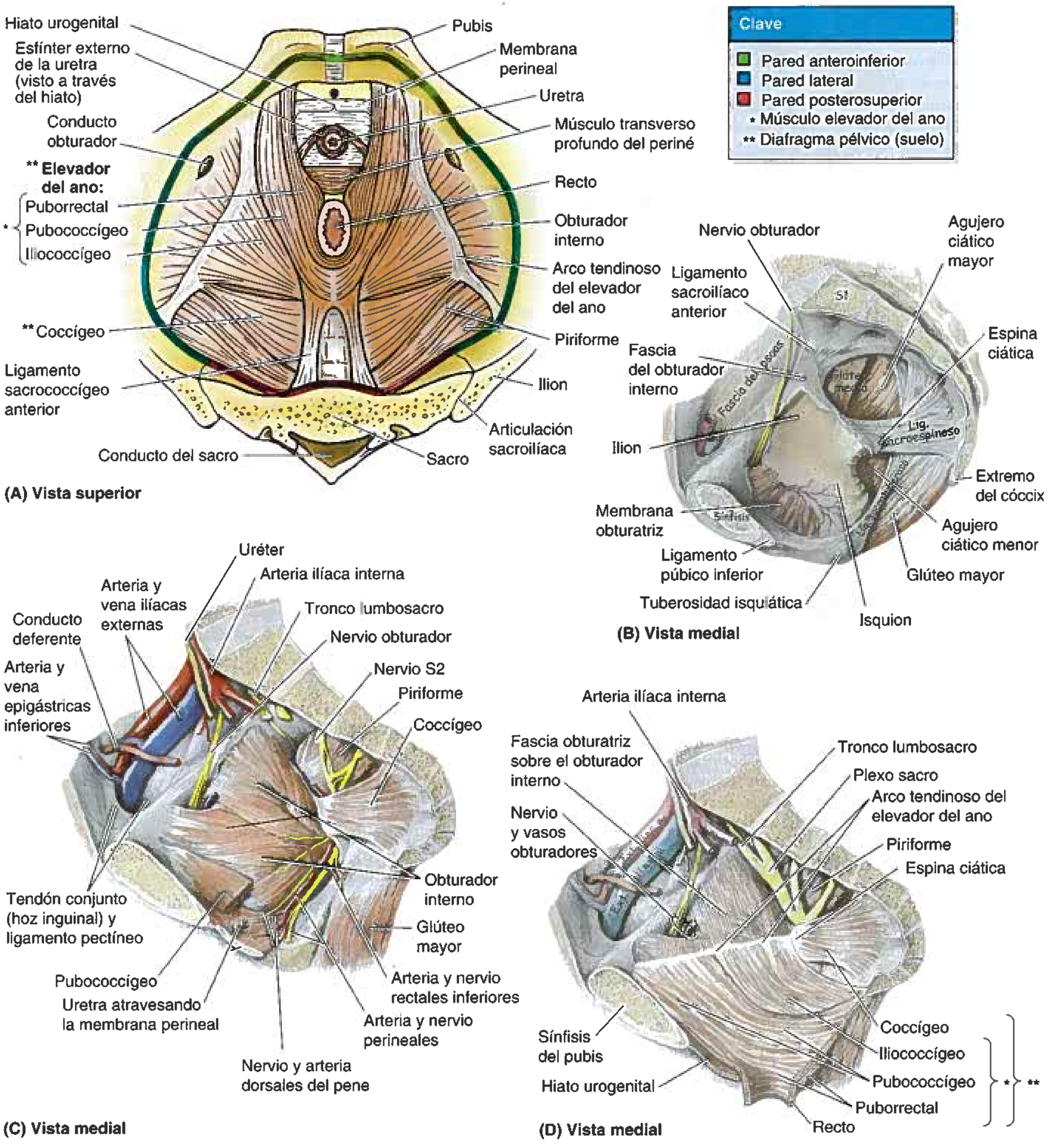
Los **músculos piriformes** se originan en el sacro superior, lateralmente a los agujeros pélvicos (figs. 3-9A y 3-10A); discurren lateralmente abandonando la pelvis menor a través del *agujero ciático mayor*, para insertarse en el borde superior del trocánter mayor del fémur (fig. 3-10B). Estos músculos ocupan gran parte del agujero ciático mayor, formando las paredes posterolaterales de la cavidad pélvica (fig. 3-9A). Inmediatamente profundos (anteromediales) a estos músculos (y a menudo incluidos en las fibras musculares) se encuentran los nervios que forman el *plexo sacro* (fig. 3-9D). Una hendidura en el borde inferior del músculo piriforme permite el paso de estructuras vasculonerviosas entre la pelvis y el periné, por un lado, y el miembro inferior (región glútea) por el otro.

SUELO DE LA PELVIS

El suelo de la pelvis está constituido por el **diafragma pélvico,** en forma de embudo o cuenco, que consta de los músculos elevadores del ano y coccígeos, y las fascias que cubren las caras superior e inferior de estos músculos (figs. 3-9A, 3-10C, y 3-11; tabla 3-2). El diafragma pélvico se sitúa en la pelvis menor, separando la cavidad pélvica del periné, cuyo techo o límite superior constituye.

La inserción del diafragma en la fascia obturatriz divide al obturador interno en una porción pélvica superior y una porción perineal inferior (fig. 3-11B). Los nervios y vasos obturadores y otras ramas de los vasos ilíacos internos se sitúan medialmente a las porciones pélvicas de los músculos obturadores internos.

Los **músculos coccígeos** se originan en las caras laterales del sacro inferior y el cóccix, y sus fibras musculares se colocan e insertan en la cara profunda del ligamento sacroespinoso (fig. 3-9B y C). El **elevador del ano** (una amplia lámina muscular) es la parte más grande e importante del suelo de la pelvis. Los elevadores del ano se insertan en ambos pubis, anteriormente; en las espinas ciáticas, posteriormente; y en un engrosamiento de la fascia obturatriz **(arco tendinoso del músculo elevador del ano),** en cada lado.


Hiato urogenital
Esfínter externo de la uretra (visto a través del hiato)
Conducto obturador
** Elevador del ano:
Puborrectal
Pubococcígeo
Iliococcígeo
*
** Coccígeo
Ligamento sacrococcígeo anterior
Conducto del sacro
Pubis
Membrana perineal
Uretra
Músculo transverso profundo del periné
Recto
Obturador interno
Arco tendinoso del elevador del ano
Piriforme
Ilion
Articulación sacroilíaca
Sacro
Clave
🟩 Pared anteroinferior
🟦 Pared lateral
🟥 Pared posterosuperior
* Músculo elevador del ano
** Diafragma pélvico (suelo)
Nervio obturador
Agujero ciático mayor
Ligamento sacroilíaco anterior
S1
Espina ciática
Fascia del obturador interno
Fascia del psoas
Glúteo medio
Lig. sacroespinoso
Ilion
Extremo del cóccix
Membrana obturatriz
Sínfisis
Lig. sacrotuberoso
Agujero ciático menor
Ligamento púbico inferior
Glúteo mayor
Tuberosidad isquiática
Isquion
Uréter
Arteria ilíaca interna
Arteria y vena ilíacas externas
Conducto deferente
Tronco lumbosacro
Nervio obturador
Arteria y vena epigástricas inferiores
Nervio S2
Piriforme
Coccígeo
Obturador interno
Tendón conjunto (hoz inguinal) y ligamento pectíneo
Glúteo mayor
Pubococcígeo
Uretra atravesando la membrana perineal
Arteria y nervio rectales inferiores
Arteria y nervio perineales
Nervio y arteria dorsales del pene
Arteria ilíaca interna
Fascia obturatriz sobre el obturador interno
Nervio y vasos obturadores
Tronco lumbosacro
Plexo sacro
Arco tendinoso del elevador del ano
Piriforme
Espina ciática
Sínfisis del pubis
Hiato urogenital
Coccígeo
Iliococcígeo
Pubococcígeo
Puborrectal
Recto
*
**

(A) Vista superior

(B) Vista medial

(C) Vista medial

(D) Vista medial

FIGURA 3-9. Suelo y paredes de la pelvis. A. El suelo de la pelvis está formado por el diafragma pélvico, rodeado por y suspendido en parte de la sínfisis del pubis y los huesos púbicos anteriormente, los íliones lateralmente, y el sacro y el cóccix posteriormente. Las ilustraciones **B** a **D** muestran la reconstrucción por etapas de las estructuras parietales de la hemipelvis derecha. **B.** Posterolateralmente, el cóccix y la porción inferior del sacro están fijados a la tuberosidad isquiática por el ligamento sacrotuberoso y a la espina ciática por el ligamento sacroespinoso. La membrana obturatriz, formada por fibras fuertes entrelazadas, llena el agujero obturado. **C.** Se añaden los músculos de la pelvis menor. El obturador interno recubre la pared lateral de la pelvis; sus fibras convergen y salen posteriormente a través del agujero ciático menor (v. ilustración **B**). **D.** Se añade el elevador del ano, suspendido de un engrosamiento de la fascia obturatriz (el arco tendinoso), que se extiende desde el cuerpo del pubis hasta la espina ciática.

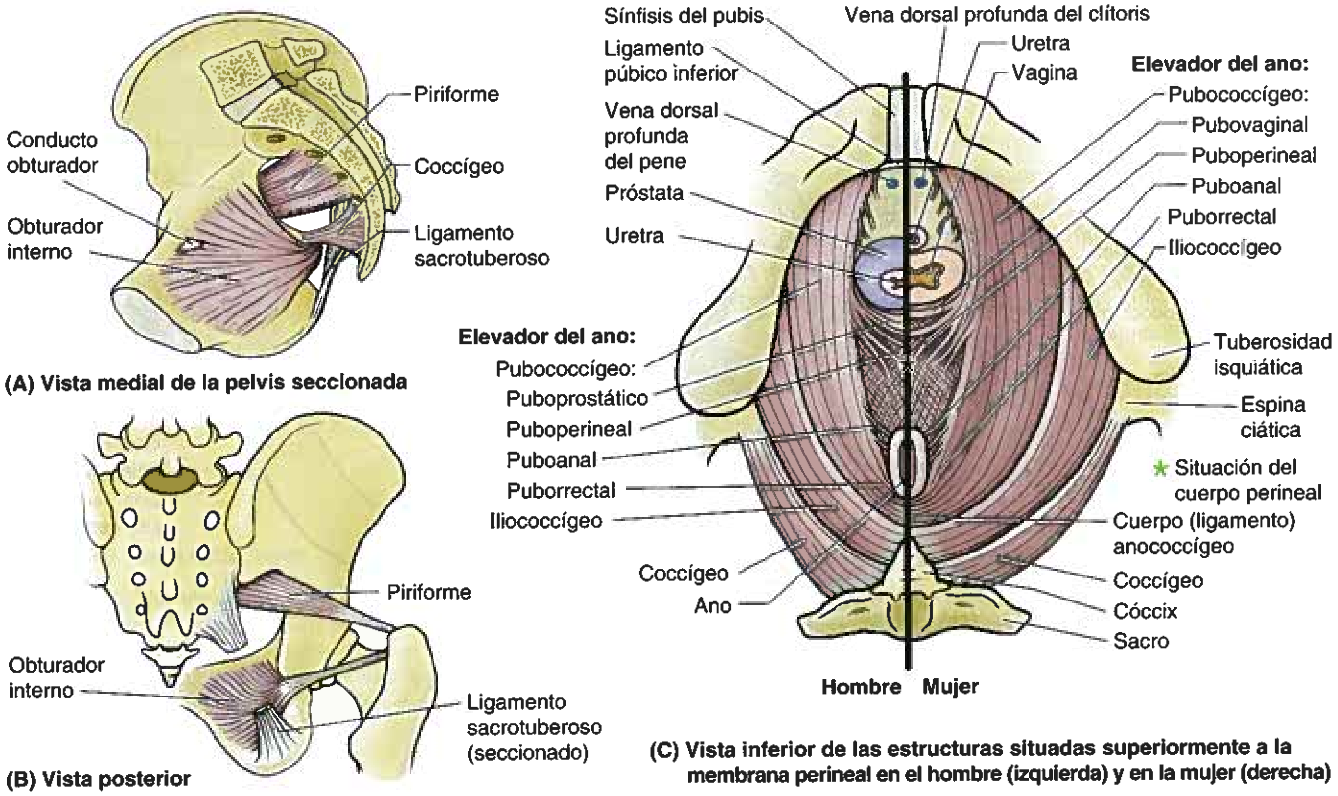

Conducto obturador
Obturador interno
Piriforme
Coccígeo
Ligamento sacrotuberoso
(A) Vista medial de la pelvis seccionada
Obturador interno
Piriforme
Ligamento sacrotuberoso (seccionado)
(B) Vista posterior
Sínfisis del pubis
Ligamento púbico inferior
Vena dorsal profunda del pene
Próstata
Uretra
Elevador del ano:
Pubococcígeo:
Puboprostático
Puboperineal
Puboanal
Puborrectal
Iliococcígeo
Coccígeo
Ano
Vena dorsal profunda del clítoris
Uretra
Vagina
Elevador del ano:
Pubococcígeo:
Pubovaginal
Puboperineal
Puboanal
Puborrectal
Iliococcígeo
Tuberosidad isquiática
Espina ciática
★ Situación del cuerpo perineal
Cuerpo (ligamento) anococcígeo
Coccígeo
Cóccix
Sacro
Hombre
Mujer
(C) Vista inferior de las estructuras situadas superiormente a la membrana perineal en el hombre (izquierda) y en la mujer (derecha)

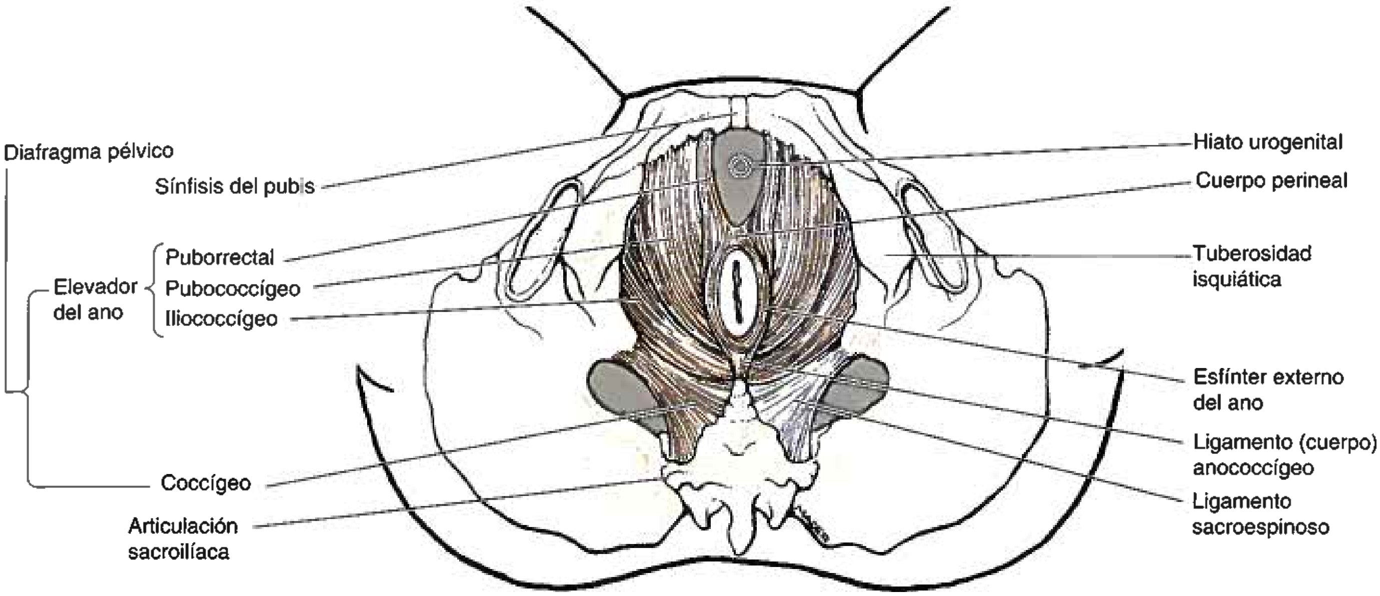
FIGURA 3-10. Músculos de las paredes y el suelo de la pelvis. A y B. El obturador interno y el piriforme son músculos que actúan sobre el miembro inferior, pero también son componentes de las paredes de la pelvis. **C.** Los músculos del elevador del ano y el músculo coccígeo constituyen el diafragma pélvico, que forma el suelo de la cavidad pélvica. La fascia que cubre la cara inferior del diafragma pélvico forma el «techo» del periné.

Por tanto, el diafragma pélvico se extiende entre las paredes anterior, laterales y posterior de la pelvis menor, dándole el aspecto de una hamaca suspendida de dichas inserciones, y cierra gran parte del anillo de la cintura pélvica. Una hendidura anterior entre los bordes mediales de los músculos elevadores del ano de cada lado —el **hiato urogenital**— permite el paso de la uretra y, en las mujeres, de la vagina (fig. 3-9A).

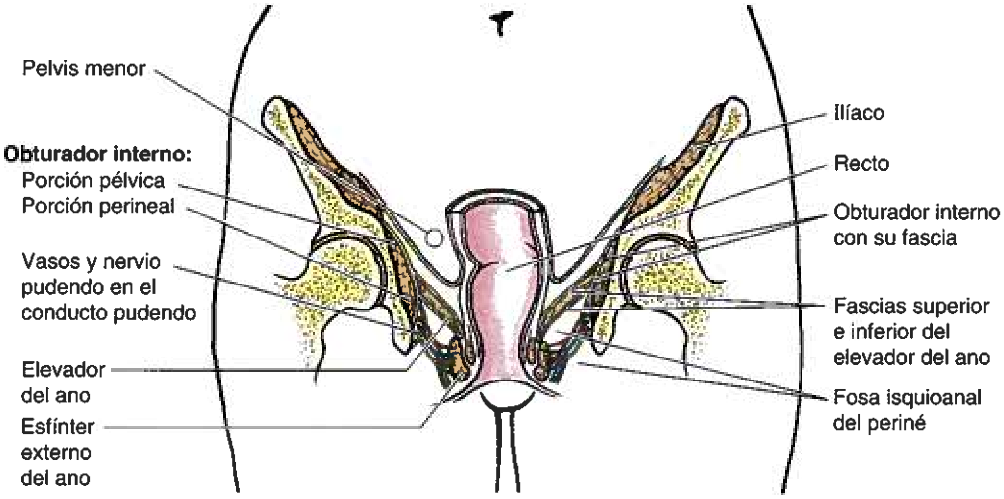
El elevador del ano consta de tres porciones, a menudo mal delimitadas, cada una de ellas denominada de acuerdo con la inserción y el recorrido de sus fibras (figs. 3-9A y D, 3-10C y 3-11):

TABLA 3-2. MÚSCULOS DE LAS PAREDES Y EL SUELO DE LA PELVIS

Límite	Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acción principal
Pared lateral	Obturador interno	Caras pélvicas del ilion y el isquion; membrana obturatriz	Trocánter mayor del fémur	Nervio del músculo obturador interno (L5, S1, S2)	Rota lateralmente el muslo; ayuda a mantener la cabeza del fémur en el acetábulo
Pared posterolateral	Piriforme	Cara pélvica de los segmentos S2-4; borde superior de la escotadura ciática mayor y ligamento sacrotuberoso	Trocánter mayor del fémur	Ramos anteriores de S1 y S2	Rota lateralmente el muslo; abduce el muslo; ayuda a mantener la cabeza del fémur en el acetábulo
Suelo	Coccígeo (isquiococcígeo)	Espina ciática	Extremo inferior del sacro y cóccix	Ramos de los nervios espinales S4 y S5	Forma una pequeña parte del diafragma pélvico, que sostiene las vísceras pélvicas; flexiona el cóccix
	Elevador del ano (puborrectal, pubococcígeo e iliococcígeo)	Cuerpo del pubis, arco tendinoso de la fascia obturatriz, espina ciática	Cuerpo perineal, cóccix, ligamento anococcígeo, paredes de la próstata o la vagina, recto y conducto anal	Nervio para el elevador del ano (ramos de S4), nervio anal (rectal) inferior y plexo coccígeo	Forma la mayor parte del diafragma pélvico que ayuda a sostener las vísceras pélvicas; resiste los aumentos de la presión intraabdominal


Diafragma pélvico
Sínfisis del pubis
Elevador del ano
Puborrectal
Pubococcígeo
Iliococcígeo
Coccígeo
Articulación sacroilíaca
Hiato urogenital
Cuerpo perineal
Tuberosidad isquiática
Esfínter externo del ano
Ligamento (cuerpo) anococcígeo
Ligamento sacroespinoso

(A) Vista inferior del periné, posición de litotomía

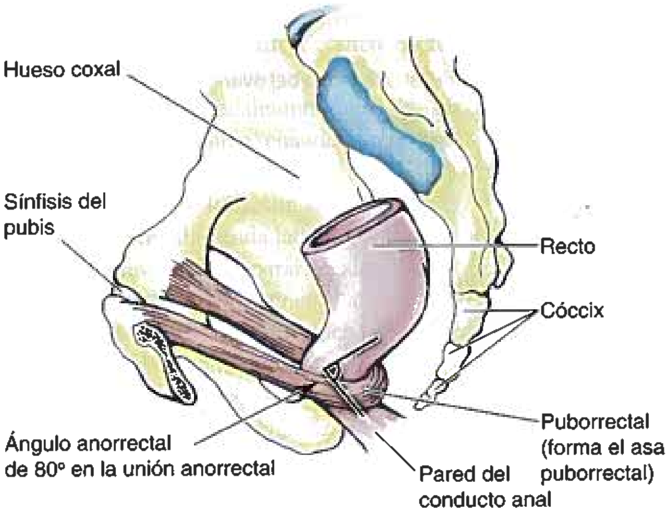

Pelvis menor
Obturador interno:
Porción pélvica
Porción perineal
Vasos y nervio pudendo en el conducto pudendo
Elevador del ano
Esfínter externo del ano
Ilíaco
Recto
Obturador interno con su fascia
Fascias superior e inferior del elevador del ano
Fosa isquioanal del periné

(B) Vista anterior de un corte coronal esquemático

FIGURA 3-11. Diafragma pélvico y ano-recto *in situ*. A y B. Los componentes del diafragma de la pelvis (elevador del ano y coccígeo) forman el suelo de la cavidad pélvica y el techo del periné. B. En un corte transversal se aprecia la forma de cuenco de la pelvis, a la que debe su nombre. Las fosas isquioanales llenas de grasa del periné también se sitúan dentro del anillo óseo de la pelvis menor.

- El **músculo puborrectal,** formado por la porción medial, más gruesa y estrecha, del elevador del ano, que se continúa entre las caras posteriores de los cuerpos de los pubis derecho e izquierdo. Forma un asa muscular, en forma de U (*asa puborrectal*), que discurre posteriormente a la unión anorrectal (figura 3-12) y limita el hiato urogenital. Esta porción tiene un papel fundamental en el mantenimiento de la continencia fecal.
- El **músculo pubococcígeo,** la porción intermedia, más ancha pero más delgada, del elevador del ano. Se origina lateralmente al puborrectal, en la cara posterior del cuerpo del pubis y en la parte anterior del arco tendinoso (figs. 3-9A y D, 3-10C y 3-11). Discurre posteriormente en un plano casi horizontal. Las fibras laterales se insertan posteriormente en el cóccix, y las mediales se fusionan con las del lado opuesto para formar parte del **cuerpo** o **ligamento anococcígeo** entre el ano y el cóccix (conocido frecuentemente en clínica como «placa del elevador»).

  Los haces musculares más cortos del pubococcígeo, que se extienden medialmente y se fusionan con la fascia alrededor de las estructuras de la línea media, se denominan según la estructura cercana a su terminación: *pubovaginal* (en la mujer), *puboprostático* (en el hombre), *puboperineal* y *puboanal*.
- El **músculo iliococcígeo,** la porción posterolateral del elevador del ano, se origina en la parte posterior del arco tendinoso y la espina ciática; es delgado y a menudo está poco desarrollado (parece más una aponeurosis que un músculo), y también se mezcla con el cuerpo anococcígeo, posteriormente.


Hueso coxal
Sínfisis del pubis
Recto
Cóccix
Puborrectal (forma el asa puborrectal)
Ángulo anorrectal de 80° en la unión anorrectal
Pared del conducto anal

Vista medial desde la izquierda

FIGURA 3-12. Músculo puborrectal. Se ha eliminado la mayor parte del hueso coxal para mostrar que esta parte del elevador del ano está formada por fibras musculares continuas que siguen un curso en U alrededor de la unión anorrectal. Así, el músculo puborrectal forma una especie de cabestrillo, que se encarga de mantener el ángulo anorrectal (curvatura perineal).

El elevador del ano forma un suelo dinámico que sostiene las vísceras abdominopélvicas. Casi siempre se encuentra en contracción tónica, para sostener las vísceras abdominopélvicas y ayudar a mantener la continencia urinaria y fecal. Se contrae activamente durante actividades como la espiración forzada, la tos, el estornudo, el vómito y en la fijación del tronco durante los movimientos enérgicos de los miembros superiores, como ocurre al levantar un objeto pesado, principalmente para aumentar el sostén de las vísceras durante períodos de aumento de la presión intraabdominal, y quizás secundariamente para contribuir a aumentar la presión (para colaborar en la expulsión).

Atravesado centralmente por el conducto anal, el elevador el ano tiene forma de embudo, y el puborrectal forma un asa alrededor del «cuello del embudo»; su contracción tónica lo curva anteriormente. La contracción activa de la porción puborrectal (voluntaria) es importante para mantener la continencia fecal inmediatamente después del llenado rectal, o durante el peristaltismo, cuando el recto está lleno y el músculo involuntario del esfínter está inhibido (relajado).

El elevador del ano tiene que relajarse para permitir la defecación y la micción. El aumento de la presión intraabdominal necesario para defecar se consigue por la contracción del diafragma (torácico) y los músculos de la pared anterolateral del abdomen. Actuando conjuntamente, las porciones del elevador del ano elevan el suelo de la pelvis tras su relajación y el consiguiente descenso del diafragma pélvico que se produce durante la micción y la defecación.

Peritoneo y cavidad peritoneal de la pelvis

El peritoneo parietal que tapiza la cavidad abdominal se continúa inferiormente hacia el interior de la cavidad pélvica, sin alcanzar el suelo de la pelvis. Se refleja sobre las vísceras pélvicas, permaneciendo separado del suelo pélvico por las vísceras pélvicas y la fascia pélvica circundante (tabla 3-3). Excepto los ovarios y las trompas uterinas, las vísceras pélvicas no están envueltas completamente por peritoneo, situándose mayoritariamente inferiores a éste. Únicamente sus caras superiores y superolaterales están recubiertas de peritoneo. Sólo las trompas uterinas (salvo sus orificios abdominales, que están abiertos) son intraperitoneales y están suspendidas por un meso. Los ovarios, aunque también están suspendidos en la cavidad peritoneal por un meso, no están cubiertos por peritoneo; se cubren con un epitelio especial, relativamente mate, de células cúbicas (*epitelio germinal*).

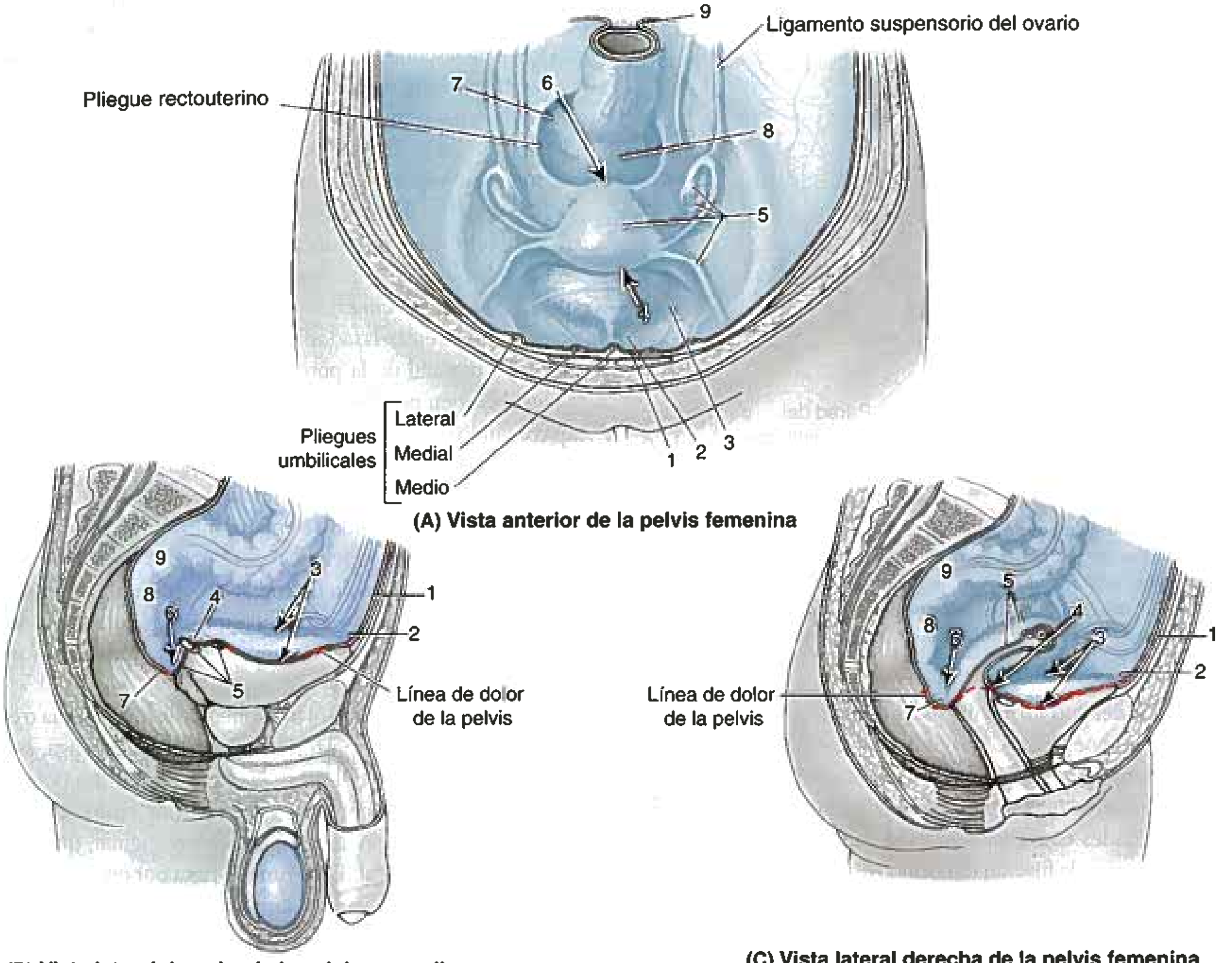
Una capa areolar laxa (adiposa) entre la fascia transversal y el peritoneo parietal de la porción inferior de la pared anterolateral del abdomen permite a la vejiga urinaria expandirse entre esas capas cuando se llena de orina. La región superior de la vejiga (1 en la tabla 3-3) es el único lugar donde el peritoneo parietal no está unido firmemente a las estructuras subyacentes. Debido a ello, el nivel en que el peritoneo se refleja sobre la cara superior de la vejiga y crea la **fosa supravesical** (2 en la tabla 3-3) es variable, ya que depende del grado de repleción vesical. El peritoneo crea diversos pliegues y fosas, a medida que se refleja desde la pared abdominopélvica sobre las vísceras y fascias pélvicas (2-7 en la tabla 3-3).

En las mujeres, cuando el peritoneo de la línea media o cercano a ella alcanza el borde posterior del techo de la vejiga, se refleja sobre la cara anterior del útero en el istmo uterino (v. «Órganos genitales internos femeninos», p. 382); por tanto, no está relacionado con la porción anterior del fórnix vaginal, que tiene una situación subperitoneal. El peritoneo pasa por encima del fondo y desciende por toda la cara posterior del útero sobre la pared posterior de la vagina antes de reflejarse superiormente sobre la pared anterior del recto inferior (ampolla rectal). El «fondo de saco» que se forma entre el útero y el recto es el **fondo de saco rectouterino** (de Douglas) (6 en la tabla 3-3C). A menudo se considera la parte media del fondo de saco rectouterino como la prolongación más inferior de la cavidad peritoneal en el sexo femenino, pero sus extensiones laterales a cada lado del recto, las **fosas pararrectales,** suelen ser más profundas.

Unas crestas parietales prominentes, los **pliegues rectouterinos,** formados por ligamentos fasciales subyacentes, definen los límites laterales de las fosas pararrectales (tabla 3-3A). A medida que el peritoneo pasa hacia arriba y sobre el útero en el centro de la cavidad pélvica, se extiende un pliegue peritoneal doble, el *ligamento ancho del útero,* entre el útero y la pared lateral de la pelvis de cada lado, formando una separación entre las fosas paravesicales y las fosas pararrectales de cada lado. Las trompas uterinas, los ovarios, los ligamentos propios del ovario y los ligamentos redondos del útero están englobados por los ligamentos anchos. Las divisiones del ligamento ancho relacionadas con estas estructuras se abordarán más adelante en este capítulo, con el útero. Recuérdese que, en la mujer, la cavidad peritoneal pélvica se comunica con el medio externo a través de las trompas uterinas, el útero y la vagina.

En los hombres, y en las mujeres sometidas a una *histerectomía* (extirpación del útero), el peritoneo central desciende una corta distancia (hasta 2 cm) por la cara posterior (base) de la vejiga, y

TABLA 3-3. REFLEXIONES DEL PERITONEO EN LA PELVIS[a]


9
Ligamento suspensorio del ovario
Pliegue rectouterino
7
6
8
5
Pliegues umbilicales
Lateral
Medial
Medio
1
2
3
9
8
4
3
1
2
6
7
5
Línea de dolor de la pelvis
9
5
4
8
6
3
1
2
7
Línea de dolor de la pelvis

(A) Vista anterior de la pelvis femenina

(B) Vista lateral derecha de la pelvis masculina

(C) Vista lateral derecha de la pelvis femenina

Hombre (fig. B)	**Mujer (figs. A y C)**
1. Desciende por la pared anterior del abdomen (la fijación laxa permite la inserción de la vejiga urinaria cuando se llena)	1. Desciende por la pared anterior del abdomen (la fijación laxa permite la inserción de la vejiga urinaria cuando se llena)
2. Se refleja sobre la cara superior de la vejiga urinaria, creando la fosa supravesical	2. Se refleja sobre la cara superior de la vejiga urinaria, creando la fosa supravesical
3. Cubre la cara superior convexa (techo) de la vejiga urinaria, descendiendo por los lados del techo para ascender por la pared lateral de la pelvis, creando a cada lado las fosas paravesicales	3. Cubre la cara superior convexa de la vejiga urinaria, desciende por los lados de la vejiga urinaria para ascender por la pared lateral de la pelvis, creando a cada lado las fosas paravesicales
4. Desciende por la cara posterior de la vejiga urinaria unos 2 cm	4. Se refleja desde el techo de la vejiga urinaria hacia el cuerpo del útero para formar el fondo de saco vesicouterino
5. Lateralmente, forma un pliegue sobre los uréteres (pliegue ureteral), el conducto deferente y los extremos superiores de las vesículas seminales	5. Cubre el cuerpo y el fondo del útero, y la porción posterior del fórnix de la vagina; se extiende lateralmente desde el útero, como un pliegue doble o mesenterio, el ligamento ancho, que engloba las trompas uterinas y los ligamentos redondos del útero, y mantiene suspendidos los ovarios
6. Se refleja desde la vejiga urinaria y las vesículas seminales sobre el recto, formando el fondo de saco rectovesical	6. Se refleja desde la vagina sobre el recto, formando el fondo de saco rectouterino
7. El fondo de saco rectovesical se extiende lateral y posteriormente para formar las fosas pararrectales a cada lado del recto	7. El fondo de saco rectouterino se extiende lateral y posteriormente para formar las fosas pararrectales a cada lado del recto
8. Asciende por el recto; de inferior a superior, el recto es subperitoneal y luego retroperitoneal	8. Asciende por el recto; de inferior a superior, el recto es subperitoneal y luego retroperitoneal
9. Engloba el colon sigmoide a partir de la unión rectosigmoidea	9. Engloba el colon sigmoide a partir de la unión rectosigmoidea

---

[a] Los números hacen referencia a la figura correspondiente.

luego se refleja superiormente sobre la cara anterior del recto inferior, formando el **fondo de saco rectovesical.** El fondo de saco rectouterino de las mujeres normalmente es más profundo (se extiende más lejos caudalmente) que el de los hombres.

En el sexo masculino, cuando el peritoneo pasa hacia arriba y por encima del uréter y el *conducto deferente* (conducto secretor de los testículos) se forma un suave pliegue o cresta peritoneal, el **pliegue ureteral,** a cada lado de la vejiga posterior, que separa las fosas paravesicales y pararrectales; en este sentido, es el equivalente masculino del ligamento ancho. Posterior a los pliegues ureterales y lateral al fondo de saco rectovesical central, a menudo el peritoneo desciende caudalmente lo bastante como para cubrir los extremos superiores o las caras posteriores superiores de las *vesículas seminales* y las *ampollas del conducto deferente.* Excepto en estos puntos (y en el testículo en su túnica vaginal, que deriva del peritoneo), los órganos reproductores masculinos no están en contacto con el peritoneo.

En ambos sexos, el tercio inferior del recto se encuentra por debajo de los límites inferiores del peritoneo (es decir, es subperitoneal), el tercio medio está cubierto por peritoneo únicamente en su cara anterior, y el tercio superior está cubierto en sus caras anterior y lateral. La unión rectosigmoidea, cerca de la línea terminal, es intraperitoneal.

Fascia de la pelvis

La **fascia de la pelvis** es el tejido conectivo que ocupa el espacio entre el peritoneo membranoso y el suelo y las paredes musculares de la pelvis que no está ocupado por órganos pélvicos. Esta «capa» es una continuación de la fascia endoabdominal, más delgada en comparación (excepto alrededor de los riñones), que se sitúa entre las paredes musculares del abdomen y el peritoneo superiormente. Tradicionalmente se describen un componente parietal y un componente visceral de la fascia de la pelvis (fig. 3-13).

FASCIA MEMBRANOSA DE LA PELVIS: PARIETAL Y VISCERAL

La **fascia pélvica parietal** es una capa membranosa, de grosor variable, que tapiza la cara interna (profunda o pélvica) de los músculos que forman las paredes y el suelo de la pelvis: obturador interno, piriforme, coccígeo, elevador del ano y parte del esfínter de la uretra. El nombre que se da a la fascia deriva del músculo que engloba (p. ej., fascia obturatriz). Esta capa se continúa superiormente con las fascias transversal y del iliopsoas.

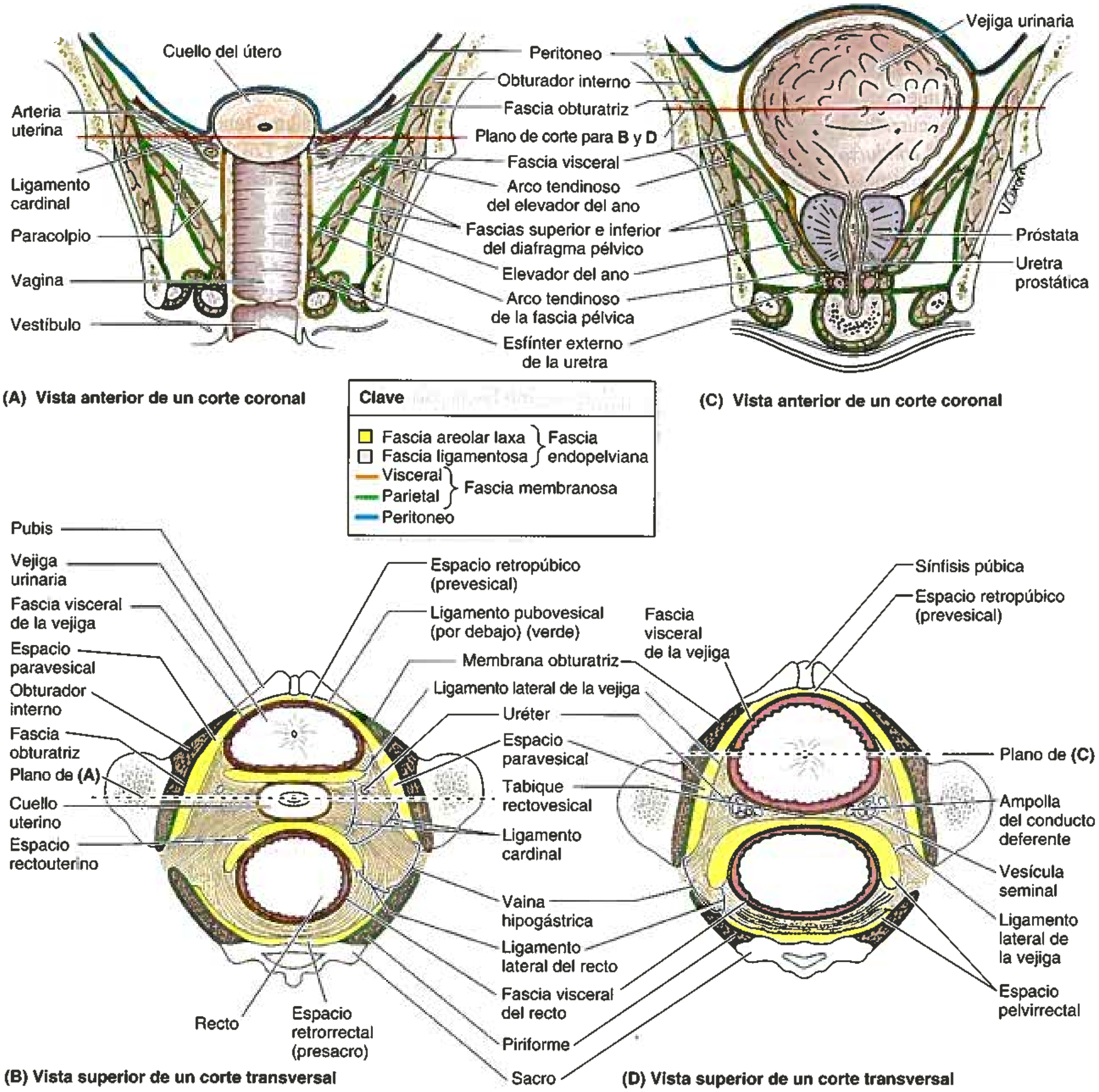
La **fascia pélvica visceral** incluye la fascia membranosa que envuelve directamente los órganos pélvicos, y forma la capa adventicia de cada uno de ellos. Las capas membranosas parietal y visceral se continúan en el punto donde los órganos atraviesan el suelo pélvico (figs. 3-13A y C, y 3-14). En esa zona, la fascia parietal se engruesa y forma el **arco tendinoso de la fascia pélvica,** una banda continua bilateral que discurre desde el pubis hasta el sacro, a lo largo del suelo de la pelvis adyacente a las vísceras (figuras 3-14A y B). La parte más anterior de este arco tendinoso (**ligamento puboprostático** en el hombre y **ligamento pubovesical** en la mujer) conecta la próstata al pubis, en el hombre, o el fondo (base) de la vejiga al pubis en la mujer. La parte más posterior de la banda discurre como **ligamentos sacrogenitales,** desde el sacro, y rodean el recto para fijarse en la próstata, en el hombre, o en la vagina en la mujer. En ésta, la conexión lateral de la fascia visceral de la vagina con el arco tendinoso de la fascia de la pelvis es el **paracolpio** (fig. 3-13A). Los paracolpios suspenden la vagina ente los arcos tendinosos, ayudando a la vagina a sostener el peso del fondo de la vejiga.

FASCIA ENDOPELVIANA: LAXA Y CONDENSADA

Generalmente, el abundante tejido conectivo que queda entre las capas membranosas parietal y visceral se considera parte de la fascia visceral, aunque diversos autores opinan que algunas partes son fascia parietal. Probablemente sea más realista considerar que estos restos de fascia son, sencillamente, *fascia endopelviana extraperitoneal* o *subperitoneal* (figs. 3-13A y C), que se continúa con ambas fascias membranosas, parietal y visceral. Esta fascia forma una matriz de tejido conectivo o «material de embalaje» para las vísceras pélvicas (fig. 3-13B y D). Su densidad y contenido varían notablemente. Parte de esta fascia es **tejido areolar** (adiposo) extremadamente laxo, que tan sólo alberga algunos pequeños vasos linfáticos y nutricios. En la disección, o durante una intervención quirúrgica, pueden introducirse fácilmente los dedos en este tejido laxo, creando espacios reales por disección roma, por ejemplo, entre el pubis y la vejiga anteriormente, y entre el sacro y el recto posteriormente. Estos *espacios potenciales,* que normalmente consisten sólo en una capa de tejido adiposo laxo, son los **espacios retropúbico** (o *prevesical,* que se extiende posterolateralmente como *paravesical*) y **retrorrectal** (o *presacro*), respectivamente. La presencia en ellos de tejido conectivo laxo permite acomodar la expansión de la vejiga urinaria y de la ampolla rectal cuando se llenan.

Aunque los distintos tipos de fascia endopelviana no se diferencian mucho en su aspecto macroscópico, otras porciones de la fascia endopelviana tienen una consistencia mucho más fibrosa y contienen abundante colágeno y fibras elásticas junto a fibras dispersas de músculo liso. A menudo, estas porciones se describen como «condensaciones fasciales» o «ligamentos» pélvicos. Por ejemplo, si durante la disección se insertan los dedos de una mano en el espacio retropúbico y los de la otra en el espacio presacro y se intenta juntarlos a lo largo de la pared lateral de la pelvis, se comprueba que no se encuentran ni pasan desde un espacio al otro. Los dedos encontrarán la llamada **vaina hipogástrica,** una banda gruesa de fascia pélvica condensada que no es simplemente una barrera física que separa esos dos espacios potenciales, sino que deja paso fundamentalmente a todos los vasos y nervios que cruzan desde la pared lateral de la pelvis hacia las vísceras pélvicas, junto con los uréteres y, en el hombre, el conducto deferente.

A medida que se extiende medialmente desde la pared lateral, la vaina hipogástrica se divide en tres láminas («hojas» o «alas») que pasan hacia los órganos pélvicos, o entre ellos, transportan estructuras vasculonerviosas y proporcionan sostén. Debido a esta última función, también se les denomina ligamentos. La lámina más anterior, el **ligamento lateral de la vejiga,** pasa hacia la vejiga urinaria y transporta las arterias y venas vesicales superiores.


Cuello del útero
Arteria uterina
Ligamento cardinal
Paracolpio
Vagina
Vestíbulo
Peritoneo
Obturador interno
Fascia obturatriz
Plano de corte para B y D
Fascia visceral
Arco tendinoso del elevador del ano
Fascias superior e inferior del diafragma pélvico
Elevador del ano
Arco tendinoso de la fascia pélvica
Esfínter externo de la uretra
Vejiga urinaria
Próstata
Uretra prostática
Clave
🟨 Fascia areolar laxa } Fascia endopelviana
☐ Fascia ligamentosa } Fascia endopelviana
Visceral } Fascia membranosa
Parietal } Fascia membranosa
Peritoneo
Pubis
Vejiga urinaria
Fascia visceral de la vejiga
Espacio paravesical
Obturador interno
Fascia obturatriz
Plano de (A)
Cuello uterino
Espacio rectouterino
Recto
Espacio retrorrectal (presacro)
Espacio retropúbico (prevesical)
Ligamento pubovesical (por debajo) (verde)
Membrana obturatriz
Ligamento lateral de la vejiga
Uréter
Espacio paravesical
Tabique rectovesical
Ligamento cardinal
Vaina hipogástrica
Ligamento lateral del recto
Fascia visceral del recto
Piriforme
Sacro
Fascia visceral de la vejiga
Sínfisis púbica
Espacio retropúbico (prevesical)
Plano de (C)
Ampolla del conducto deferente
Vesícula seminal
Ligamento lateral de la vejiga
Espacio pelvirrectal

(A) Vista anterior de un corte coronal

(C) Vista anterior de un corte coronal

(B) Vista superior de un corte transversal

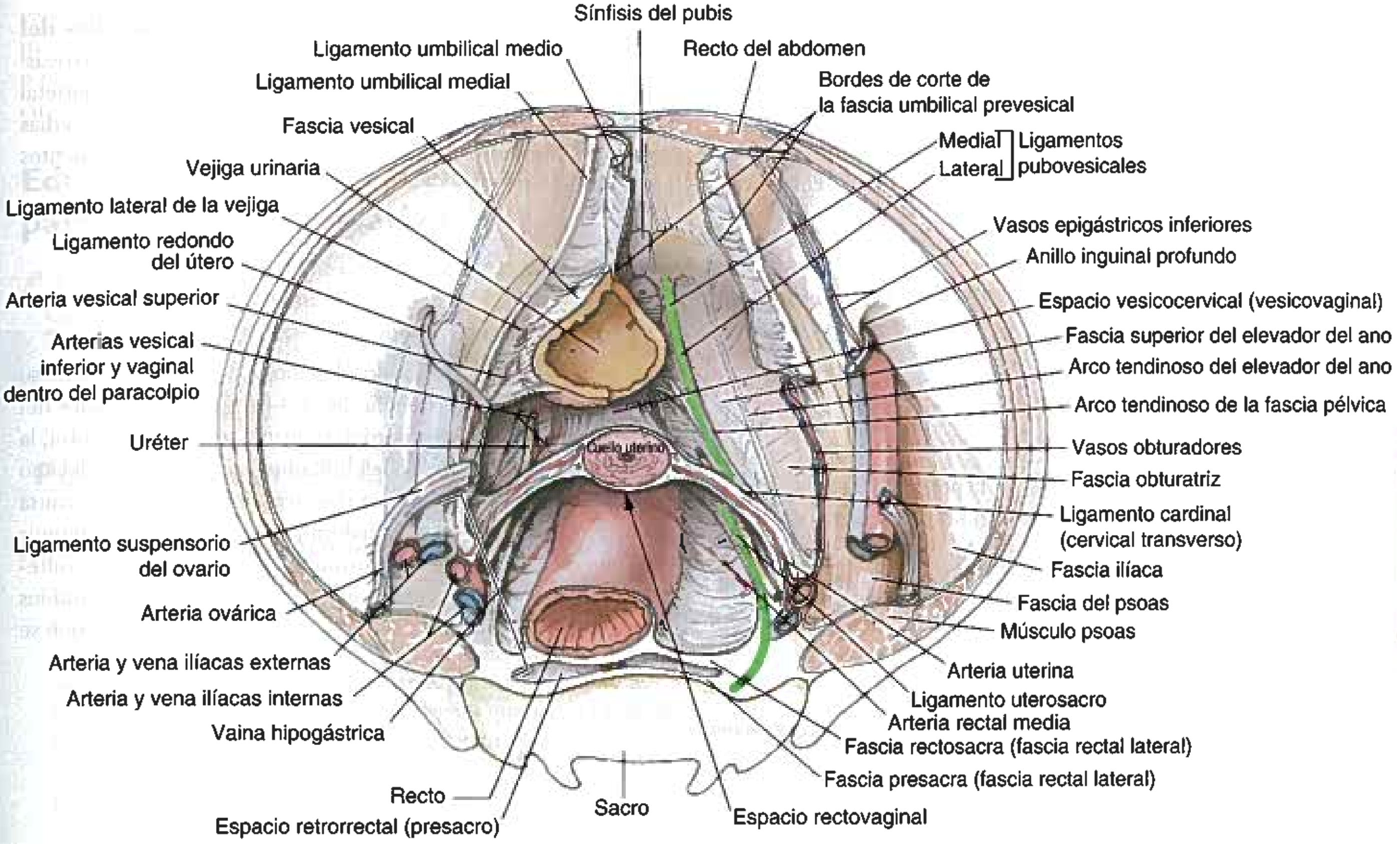
(D) Vista superior de un corte transversal

FIGURA 3-13. Fascia de la pelvis: fascia endopelviana y «ligamentos» fasciales. Cortes coronales y transversales de la pelvis femenina (**A** y **B**) y masculina (**C** y **D**) que muestran la fascia pélvica parietal y visceral, y la fascia endopelviana situada entre ambas, con sus componentes ligamentoso y areolar laxo.

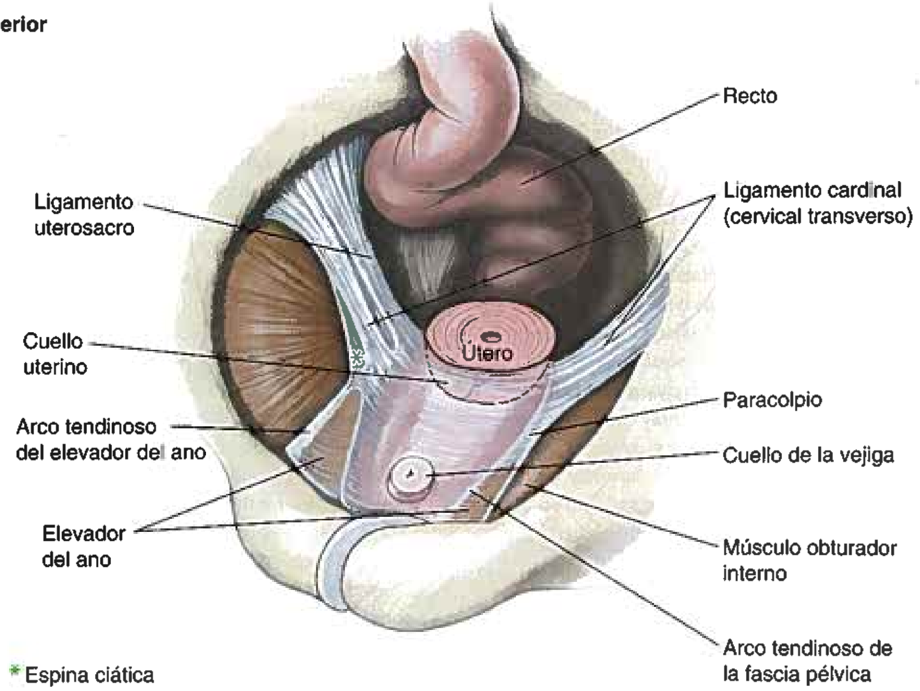
La lámina más posterior (*ligamento lateral del recto*) discurre hacia el recto y transporta la arteria y la vena rectales medias.

En el hombre, la lámina media forma una porción fascial relativamente delgada, la fascia rectoprostática o **tabique rectovesical** (fig. 3-13D), entre la cara posterior de la vejiga urinaria y la próstata, anteriormente, y el recto posteriormente. En la mujer, la lámina media es mucho más fuerte que las otras dos y pasa medial al cuello del útero y la vagina, como **ligamento cardinal** (cervical transverso) (figs. 3-13B y 3-14A y B).

En su parte más superior, en la base del ligamento ancho, la arteria uterina discurre transversalmente hacia el cuello del útero, mientras que los uréteres discurren inmediatamente inferiores a ellos, a medida que pasan a cada lado del cuello del útero en dirección a la vejiga urinaria. Esta relación («agua pasando bajo el puente») es especialmente importante para los cirujanos (v. el cuadro azul «Lesión yatrógena de los uréteres», p. 361). El ligamento cardinal, y el modo en que el útero «descansa» normalmente sobre la parte superior de la vejiga urinaria, proporcionan el principal soporte pasivo del útero. Los músculos perineales proporcionan soporte dinámico al útero, al contraerse durante los momentos en que aumenta la presión intraabdominal (p. ej., al estornudar y toser). Conjuntamente, los soportes pasivo y dinámico se oponen a la tendencia del útero a caer o ser empujado a través del tubo hueco formado por la vagina (prolapso uterino). El ligamento cardinal posee un contenido fibroso suficiente para anclar amplias asas de sutura durante las reparaciones quirúrgicas.


Sínfisis del pubis
Ligamento umbilical medio
Recto del abdomen
Ligamento umbilical medial
Bordes de corte de la fascia umbilical prevesical
Fascia vesical
Medial
Lateral
Ligamentos pubovesicales
Vejiga urinaria
Ligamento lateral de la vejiga
Vasos epigástricos inferiores
Ligamento redondo del útero
Anillo inguinal profundo
Arteria vesical superior
Espacio vesicocervical (vesicovaginal)
Fascia superior del elevador del ano
Arterias vesical inferior y vaginal dentro del paracolpio
Arco tendinoso del elevador del ano
Arco tendinoso de la fascia pélvica
Uréter
Cuello uterino
Vasos obturadores
Fascia obturatriz
Ligamento cardinal (cervical transverso)
Ligamento suspensorio del ovario
Fascia ilíaca
Fascia del psoas
Arteria ovárica
Músculo psoas
Arteria y vena ilíacas externas
Arteria uterina
Arteria y vena ilíacas internas
Ligamento uterosacro
Vaina hipogástrica
Arteria rectal media
Fascia rectosacra (fascia rectal lateral)
Fascia presacra (fascia rectal lateral)
Recto
Sacro
Espacio retrorrectal (presacro)
Espacio rectovaginal

(A) Vista superior


Recto
Ligamento uterosacro
Ligamento cardinal (cervical transverso)
Cuello uterino
Útero
Paracolpio
Arco tendinoso del elevador del ano
Cuello de la vejiga
Elevador del ano
Músculo obturador interno
Arco tendinoso de la fascia pélvica
* Espina ciática

(B) Vista anterolateral izquierda

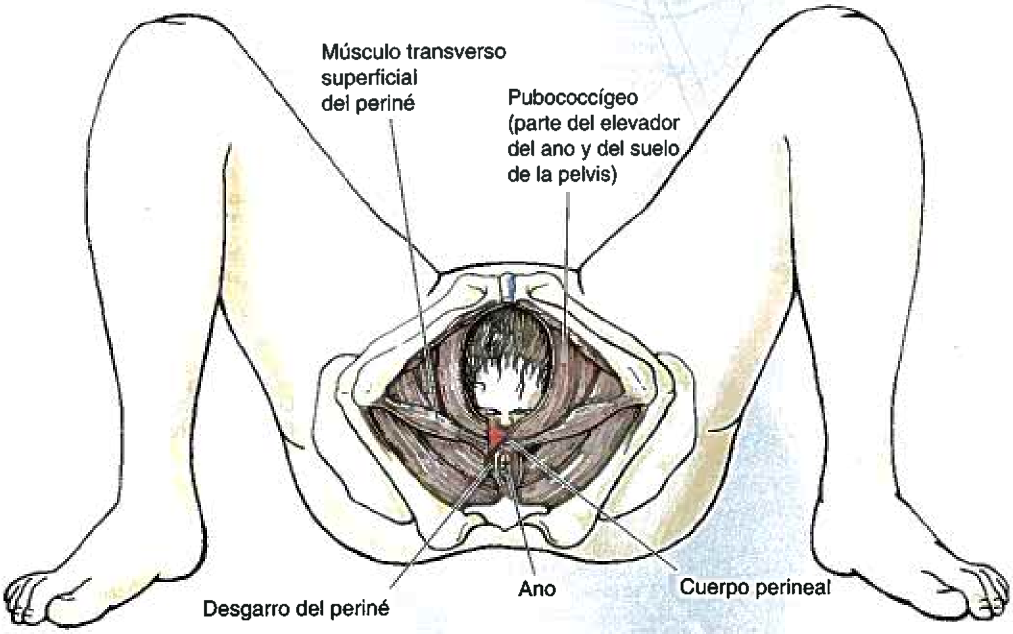
FIGURA 3-14. Ligamentos fasciales pélvicos. **A.** Se han eliminado el peritoneo y la fascia endopelviana areolar laxa para mostrar los ligamentos fasciales pélvicos situados inferiormente al peritoneo y superiormente al suelo pélvico femenino (diafragma pélvico). El arco tendinoso del elevador del ano es un engrosamiento de la fascia parietal (obturatriz) que proporciona una inserción anterolateral para el elevador del ano. El arco tendinoso de la fascia pélvica (destacada en *verde*) es un engrosamiento en el punto de reflexión de la fascia membranosa parietal sobre las vísceras pélvicas, donde pasa a ser fascia membranosa visceral. **B.** Ligamentos fasciales que sostienen la vagina y el cuello del útero. Como la parte posterior de la vejiga urinaria descansa sobre la pared anterior de la vagina, el paracolpio sostiene la vagina y contribuye al soporte de la vejiga urinaria.

Además de las fosas isquioanales inferiores al diafragma pélvico (es decir, en el periné) (fig. 3-13A y C), en el tejido conectivo laxo extraperitoneal superior al diafragma pélvico hay un **espacio pelvirrectal** potencial, quirúrgicamente importante (fig. 3-13D). Está dividido en los *espacios rectouterino* (mujer) o *rectovesical* (hombre), anteriores, y los **espacios retrorrectales** (presacros), posteriores, por los **ligamentos laterales del recto,** que son las láminas posteriores de las vainas hipogástricas. Estos ligamentos conectan el recto con la fascia pélvica parietal en los niveles S2-4 (fig. 3-13B y D). Las arterias rectales medias y los plexos nerviosos rectales están contenidos en los ligamentos laterales del recto.

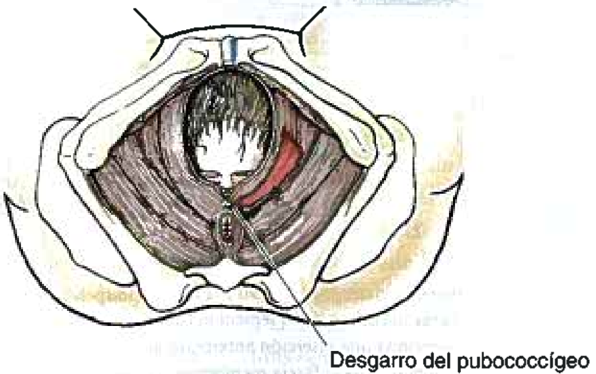
CAVIDAD PÉLVICA

Lesión del suelo pélvico

Durante el parto, el suelo de la pelvis sostiene la cabeza del feto mientras el cuello del útero se dilata para permitir el alumbramiento del feto. El periné, el elevador del ano y la fascia pélvica pueden lesionarse en el parto (figura C3-5A). El pubococcígeo y el puborrectal, las porciones principal y más medial del elevador del ano, son los músculos que se desgarran con más frecuencia (fig. C3-5B). Estas porciones del músculo son importantes porque rodean y sostienen la uretra, la vagina y el conducto anal. El debilitamiento del elevador del ano y de la fascia pélvica (p. ej., un desgarro del paracolpio), a causa del estiramiento o del desgarro durante el parto, puede disminuir el sostén de la vagina, la vejiga urinaria, el útero o el recto, o alterar la posición del cuello de la vejiga y la uretra. Estos cambios pueden provocar una *incontinencia urinaria de esfuerzo,* que se


Músculo transverso superficial del periné
Pubococcígeo (parte del elevador del ano y del suelo de la pelvis)
Desgarro del periné
Ano
Cuerpo perineal

(A) Posición de litotomía



(B) Posición de litotomía

FIGURA C3-5.

caracteriza por la expulsión de gotas de orina cuando aumenta la presión intraabdominal, por ejemplo al toser o levantar un peso, o determinar el prolapso de uno o más órganos pélvicos (v. el cuadro azul «Cistocele-Hernia de la vejiga», p. 373).

Educación prenatal de «relajación» para el parto participativo

Los progenitores que desean participar activamente en el nacimiento de su hijo pueden recibir educación prenatal (p. ej., clases de Lamaze), que trata, entre otras cosas, de enseñar a las mujeres a relajar voluntariamente los músculos del suelo de la pelvis a la vez que aumentan la presión intraabdominal contrayendo el diafragma y los músculos de la pared anterolateral del abdomen. El objetivo de esta técnica es facilitar el paso del feto a través del canal del parto, empujando activamente para colaborar con las contracciones uterinas que expulsan al recién nacido sin ofrecer resistencia (y quizá minimizando los desgarros obstétricos) debido a la contracción de los músculos pélvicos. Excepto al orinar o defecar, el reflejo natural es contraer la musculatura pélvica en respuesta al aumento de la presión intraabdominal.

Puntos fundamentales

CAVIDAD PÉLVICA, PERITONEO PÉLVICO Y FASCIA PÉLVICA

Cavidad pélvica. La cavidad pélvica, situada entre la abertura (estrecho) superior de la pelvis superiormente y el diafragma pélvico inferiormente, contiene las porciones terminales de los aparatos urinario y digestivo, los órganos genitales internos, las estructuras vasculares asociadas, y los nervios que inervan la pelvis y los miembros inferiores. ♦ La sínfisis del pubis y los huesos de la pelvis menor limitan la cavidad; lo hacen directamente en la región de la línea media anteriormente y posterosuperiormente. ♦ Las paredes laterales están almohadilladas por los músculos obturadores internos. ♦ Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso forman el agujero ciático mayor en las paredes posterolaterales. Este agujero está ocupado por las estructuras que lo atraviesan, como el músculo piriforme. ♦ El suelo dinámico de la cavidad pélvica es el diafragma pélvico, parecido a una hamaca, que está compuesto por los músculos elevador del ano y coccígeo. ♦ El elevador del ano es una lámina muscular con tres porciones y forma de embudo, formada por los músculos puborrectal, pubococcígeo e iliococcígeo. ♦ Además de la función general del elevador del ano, como parte del diafragma de la pelvis, de dar soporte a las vísceras abdominopélvicas, el puborrectal tiene un papel destacado en el mantenimiento de la continencia fecal. ♦ La capacidad del suelo musculofascial de la pelvis para relajarse y distenderse resulta crítica para las funciones de la defecación y el parto.

Peritoneo. El peritoneo que reviste la cavidad abdominal se continúa en la cavidad pélvica, reflejándose en las caras superiores de la mayoría de las vísceras pélvicas (únicamente las trompas uterinas, a excepción de sus extremos libres, son totalmente intraperitoneales y tienen un mesenterio). Al reflejarse, el peritoneo forma una serie de pliegues y fosas. ♦ Como el peritoneo no está firmemente unido a la pared abdominal suprapúbica, la vejiga urinaria puede expandirse entre el peritoneo y la pared anterior del abdomen cuando se llena, elevando las fosas supravesicales. ♦ El fondo de saco rectovesical y sus extensiones laterales, las fosas pararrectales, son las prolongaciones más inferiores de la cavidad peritoneal en los hombres. ♦ En las mujeres, el útero se sitúa entre la vejiga y el recto, creando los fondos de saco uterovesical y rectouterino. ♦ Las prolongaciones laterales del pliegue peritoneal que engloba el fondo del útero forman el ligamento ancho, un desdoblamiento transversal del peritoneo que separa las fosas paravesical y pararrectal. ♦ La fosa rectouterina y sus prolongaciones laterales, las fosas pararrectales, son las prolongaciones más inferiores de la cavidad peritoneal en las mujeres.

Fascia pélvica. La fascia pélvica parietal membranosa, que se continúa con la fascia que recubre la cavidad abdominal, reviste las paredes de la pelvis y se refleja sobre las vísceras pélvicas como fascia pélvica visceral. ♦ Las líneas de reflexión derecha e izquierda están engrosadas formando bandas fasciales paramedianas que se extienden desde el pubis al cóccix, las arcadas tendinosas de la fascia pélvica. ♦ El espacio subperitoneal entre las fascias pélvicas parietal y visceral está ocupado por la fascia endopelviana adiposa. Esta matriz fascial presenta zonas areolares laxas, que ocupan los espacios potenciales, y tejido fibroso condensado que rodea las estructuras vasculonerviosas que entran y salen de las vísceras, además de anclar (sostener) las vísceras. ♦ Las dos porciones de la fascia endopelviana tienen el mismo aspecto pero sus texturas son claramente distintas. ♦ Las condensaciones fasciales primarias forman las vainas hipogástricas junto a las paredes posterolaterales de la pelvis. ♦ Cuando estas vainas fasciales se extienden hacia las vísceras, se forman tres láminas, como el ligamento lateral de la vejiga anteriormente y los ligamentos laterales del recto posteriormente. ♦ En las mujeres, la lámina media es el ligamento cardinal que sostiene pasivamente la vagina y el cuello del útero, y a la vez transporta su paquete vasculonervioso. ♦ En los hombres, la lámina media es el tabique rectovesical.

ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS DE LA PELVIS

Las principales estructuras vasculonerviosas de la pelvis se sitúan extraperitonealmente junto a las paredes posterolaterales. Los nervios somáticos se sitúan lateralmente (adyacentes a las paredes), con las estructuras vasculares mediales a ellos. Generalmente, las venas son laterales a las arterias (figura 3-15). Los nódulos linfáticos pélvicos están en su mayor parte agrupados alrededor de las venas pélvicas; el drenaje linfático a menudo corre paralelo al flujo venoso. Disecando

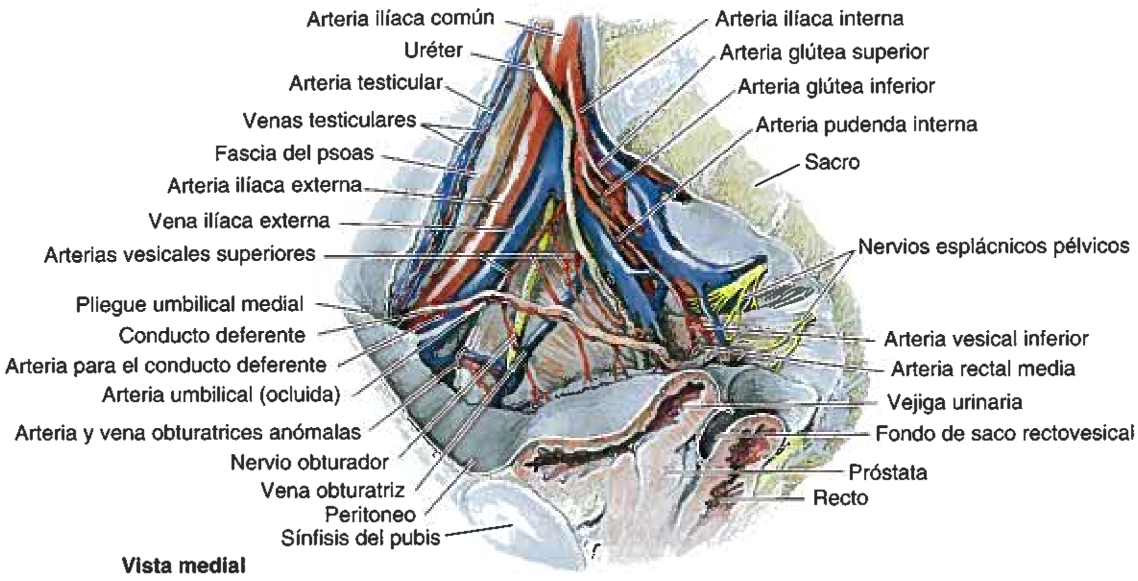

Arteria ilíaca común
Uréter
Arteria testicular
Venas testiculares
Fascia del psoas
Arteria ilíaca externa
Vena ilíaca externa
Arterias vesicales superiores
Pliegue umbilical medial
Conducto deferente
Arteria para el conducto deferente
Arteria umbilical (ocluida)
Arteria y vena obturatrices anómalas
Nervio obturador
Vena obturatriz
Peritoneo
Sínfisis del pubis
Vista medial
Arteria ilíaca interna
Arteria glútea superior
Arteria glútea inferior
Arteria pudenda interna
Sacro
Nervios esplácnicos pélvicos
Arteria vesical inferior
Arteria rectal media
Vejiga urinaria
Fondo de saco rectovesical
Próstata
Recto

FIGURA 3-15. Relaciones vasculonerviosas de la pelvis. Se muestran las estructuras vasculonerviosas de la pelvis masculina. Generalmente, las venas pélvicas se sitúan entre las arterias pélvicas (en situación medial o interna) y los nervios somáticos (en situación lateral o externa).

desde la cavidad pélvica hacia las paredes de la pelvis, primero se encuentran las arterias pélvicas, seguidas de las venas pélvicas asociadas y luego de los nervios somáticos de la pelvis.

Arterias de la pelvis

La pelvis posee una rica irrigación arterial, con numerosas anastomosis entre sus arterias, que proporcionan una amplia circulación colateral. En la figura 3-16 y la tabla 3-4 puede encontrarse información sobre el origen, la trayectoria, la distribución y las anastomosis de las arterias de la pelvis. El texto siguiente aporta información adicional que no se incluye en la tabla.

En la mujer, en la pelvis menor entran seis arterias principales: las arterias ilíacas internas y ováricas, pares, y las arterias sacra media y rectal superior, impares. Como las arterias testiculares no entran en la pelvis menor, en el hombre sólo hay cuatro arterias principales que entren en la pelvis menor.

ARTERIA ILÍACA INTERNA

La **arteria ilíaca interna** es la principal arteria de la pelvis, y proporciona la mayor cantidad de sangre para las vísceras pélvicas y parte de la porción musculoesquelética de la pelvis; sin embargo, también aporta ramas para la región glútea, las regiones mediales de los muslos y el periné.

Cada arteria ilíaca interna, con una longitud aproximada de 4 cm, se inicia como *arteria ilíaca común* y se bifurca dando las arterias ilíacas interna y externa a nivel del disco intervertebral situado entre las vértebras L5 y S1. El uréter cruza la arteria ilíaca común o sus ramas terminales en el punto de la bifurcación o inmediatamente distal a ésta (v. fig. 3-15). La arteria ilíaca interna está separada de la articulación sacroilíaca por la vena ilíaca interna y el tronco lumbosacro. Desciende posteromedialmente dentro de la pelvis menor, medial a la vena ilíaca externa y al nervio obturador, y lateral al peritoneo.

División anterior de la arteria ilíaca interna. Aunque las variaciones son frecuentes, la arteria ilíaca interna suele finalizar en el borde superior del agujero ciático mayor, bifurcándose en una división (tronco) anterior y otra posterior. Las ramas de la **división anterior de la arteria ilíaca interna** son fundamentalmente viscerales (es decir, irrigan la vejiga, el recto y los órganos reproductores), pero también hay ramas parietales que pasan hacia el muslo y la nalga (fig. 3-17A y B). La disposición de las ramas viscerales es variable.

Arteria umbilical. Antes del nacimiento, las arterias umbilicales son la principal prolongación de las arterias ilíacas internas; pasan a lo largo de la pared lateral de la pelvis y luego ascienden por la pared anterior del abdomen hasta y a través del anillo umbilical para entrar en el cordón umbilical.

En la vida intrauterina, las **arterias umbilicales** transportan sangre pobre en oxígeno y nutrientes hasta la placenta, donde se vuelve a reaprovisionar de ellos. Cuando se secciona el cordón umbilical, las porciones distales de estos vasos ya no desempeñan ninguna función y se obliteran distalmente a las ramas que pasan hacia la vejiga. Las *porciones obliteradas* forman cordones fibrosos que se conocen como **ligamentos umbilicales mediales** (figs. 3-16 y 3-17A y B). Los ligamentos forman pliegues en el peritoneo (*pliegues umbilicales mediales*) en la cara profunda de la pared anterior del abdomen (v. cap. 2).

Después del nacimiento, las *porciones permeables de las arterias umbilicales* discurren anteroinferiormente entre la vejiga urinaria y la pared lateral de la pelvis.

Arteria obturatriz. El origen de la **arteria obturatriz** es variable; normalmente nace cerca del origen de la arteria umbilical, donde se cruza con el uréter. Discurre anteroinferiormente sobre la fascia obturatriz en la pared lateral de la pelvis y pasa entre el nervio obturador y la vena obturatriz (figs. 3-16 y 3-17A y B).

En el interior de la pelvis, la arteria obturatriz emite ramas musculares, una arteria nutricia para el ilion y una rama púbica. La **rama púbica** se origina justo antes de que la arteria obturatriz abandone la pelvis. Asciende por la superficie pélvica del pubis para anastomosarse con su homóloga del otro lado y con la *rama*

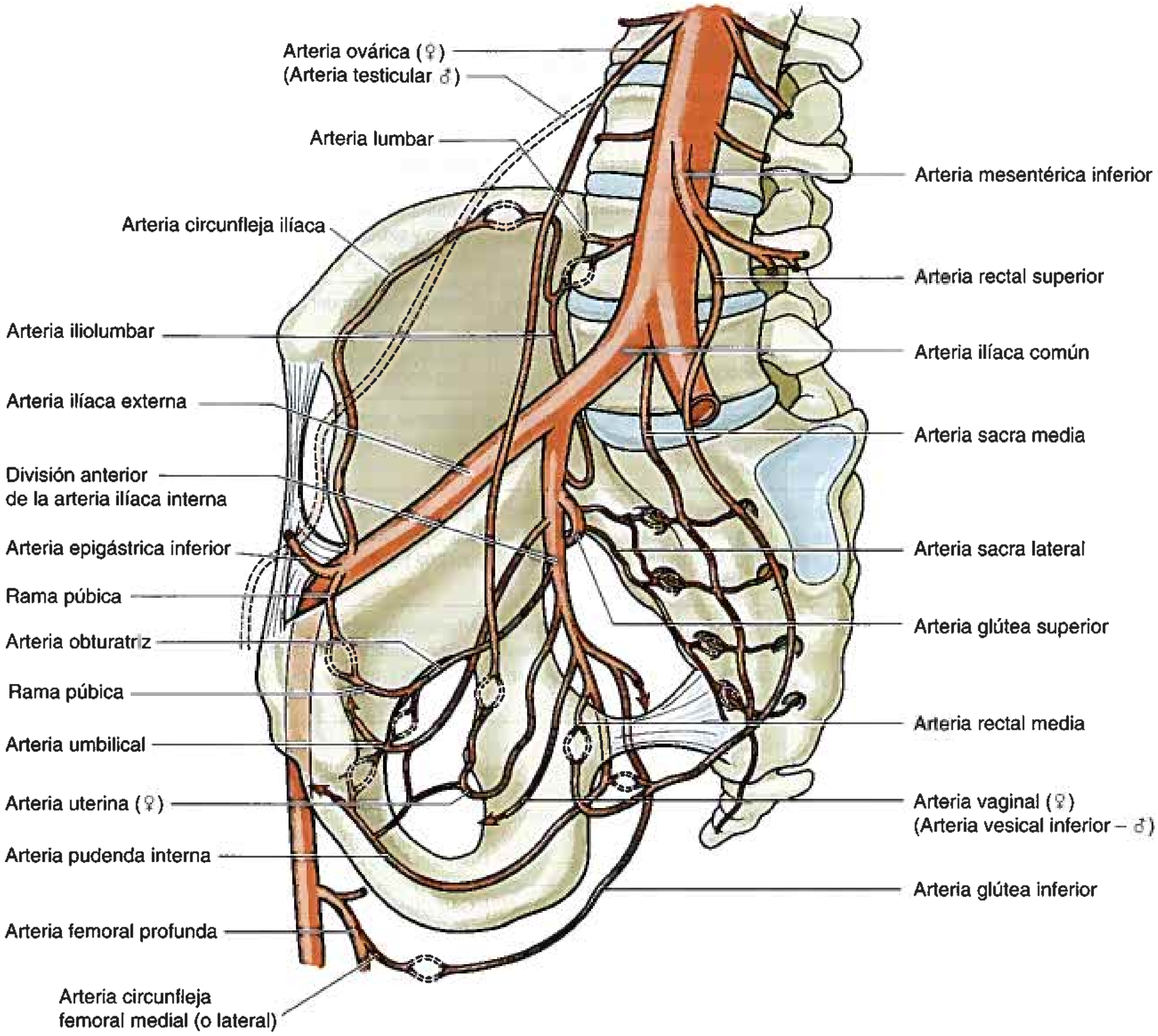

Arteria ovárica (♀)
(Arteria testicular ♂)
Arteria lumbar
Arteria circunfleja ilíaca
Arteria iliolumbar
Arteria ilíaca externa
División anterior de la arteria ilíaca interna
Arteria epigástrica inferior
Rama púbica
Arteria obturatriz
Rama púbica
Arteria umbilical
Arteria uterina (♀)
Arteria pudenda interna
Arteria femoral profunda
Arteria circunfleja femoral medial (o lateral)
Arteria mesentérica inferior
Arteria rectal superior
Arteria ilíaca común
Arteria sacra media
Arteria sacra lateral
Arteria glútea superior
Arteria rectal media
Arteria vaginal (♀)
(Arteria vesical inferior – ♂)
Arteria glútea inferior

FIGURA 3-16. **Arterias y anastomosis arteriales de la pelvis.**

púbica de la arteria epigástrica inferior, una rama de la arteria ilíaca externa.

En una variación frecuente (20 %), de la arteria epigástrica inferior nace una **arteria obturatriz accesoria** o **aberrante,** que desciende al interior de la pelvis por el recorrido habitual de la rama púbica (v. figs. 3-15 y 3-16). Los cirujanos deben tener presente esta frecuente variación cuando reparan una hernia. La distribución extrapélvica de la arteria obturatriz se describe con el miembro inferior.

Arteria vesical inferior. La **arteria vesical inferior** sólo se encuentra en el hombre (figs. 3-16 y 3-17A); en la mujer es sustituida por la arteria vaginal (figs. 3-16 y 3-17B).

Arteria uterina. La **arteria uterina** es una rama adicional de la arteria ilíaca interna en la mujer, que normalmente nace directamente y por separado en la arteria ilíaca interna (figs. 3-16 y 3-17B). Puede originarse en la arteria umbilical. Evolutivamente, es homóloga a la arteria del conducto deferente del varón. Desciende sobre la pared lateral de la pelvis, anterior a la arteria ilíaca interna, y pasa medialmente para alcanzar la unión del útero y la vagina, donde el cuello del útero protruye dentro de la porción superior de la vagina (fig. 3-18A y B). Mientras discurre medialmente, la arteria uterina pasa directamente superior al uréter. La relación entre el uréter y la arteria suele recordarse con la frase *El agua* (orina) *pasa bajo el puente* (arteria uterina). Cuando alcanza el lado del cuello uterino, la arteria uterina se divide en una **rama vaginal** descendente, más pequeña, que irriga el cuello uterino y la vagina, y una **rama ascendente,** más grande, que discurre a lo largo del borde lateral del útero, irrigándolo. La rama ascendente se bifurca en **ramas ováricas** y **tubáricas,** que siguen irrigando los extremos mediales del ovario y la trompa uterina, y se anastomosan con las ramas ovárica y tubárica de la arteria ovárica.

Arteria vaginal. La **arteria vaginal** es la homóloga de la arteria vesical inferior del varón. Suele originarse en la porción inicial de la arteria uterina en lugar de nacer directamente de la división anterior. La arteria vaginal emite numerosas ramas para las caras anterior y posterior de la vagina (figs. 3-16, 3-17B y 3-18).

TABLA 3-4. ARTERIAS DE LA PELVIS

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución	Anastomosis
Gonadal:	Aorta abdominal	Desciende retroperitonealmente;		
testicular (♂)		atraviesa el conducto inguinal y entra en el escroto	Uréter abdominal, testículo y epidídimo	Arteria cremastérica, arteria del conducto deferente
ovárica (♀)		cruza la línea terminal y desciende por el ligamento suspensorio del ovario	Uréter abdominal y/o pélvico, ovario y extremo ampular de la trompa uterina	Arteria uterina a través de ramas tubáricas y ováricas
Rectal superior	Continuación de la arteria mesentérica inferior	Cruza los vasos ilíacos comunes izquierdos y desciende por la pelvis entre las láminas del mesocolon sigmoide	Porción superior del recto	Arteria rectal media; arteria rectal inferior (pudenda interna)
Sacra media	Cara posterior de la aorta abdominal	Desciende junto a la línea media sobre las vértebras L4 y L5, el sacro y el cóccix	Vértebras lumbares inferiores, sacro y cóccix	Arteria sacra lateral (a través de ramas sacras mediales)
Ilíaca interna	Arteria ilíaca común	Pasa medialmente sobre la línea terminal y desciende dentro de la cavidad pélvica; suele formar divisiones anterior y posterior	Principal aporte sanguíneo de los órganos pélvicos, músculos glúteos y periné	
División anterior de la ilíaca interna	Arteria ilíaca interna	Pasa anteriormente por la pared lateral de la pelvis y se divide en las arterias viscerales, obturatriz y pudenda interna	Vísceras pélvicas, músculos del compartimiento superior medial del muslo y periné	
Umbilical	División anterior de la arteria ilíaca interna	Recorrido pélvico corto; da lugar a las arterias vesicales superiores y luego se oblitera, convirtiéndose en el ligamento umbilical medial	Cara superior de la vejiga urinaria y, en algunos varones, el conducto deferente (a través de las arterias vesicales superiores y la arteria del conducto deferente)	(Ocasionalmente, con la porción permeable de la arteria umbilical)
Vesical superior	(Porción permeable de la arteria umbilical)	Normalmente múltiple; pasa hacia la cara superior de la vejiga urinaria	Cara superior de la vejiga urinaria; en algunos varones, el conducto deferente (a través de la arteria del conducto deferente)	Vesical inferior (♂); arteria vaginal (♀)
Obturatriz		Discurre anteroinferiormente sobre la fascia obturatriz de la pared lateral de la pelvis y abandona la pelvis por el conducto obturador	Músculos pélvicos, arteria nutricia del ilion, cabeza del fémur y músculos del compartimiento medial del muslo	Epigástrica inferior (a través de la rama púbica); arteria umbilical
Vesical inferior (♂)	(Arteria vesical superior o inferior) (Arteria vesical inferior)	Pasa subperitonealmente en el ligamento lateral de la vejiga, dando origen a la arteria prostática (♂) y ocasionalmente a la arteria del conducto deferente	Cara inferior de la vejiga urinaria masculina, porción pélvica del uréter, próstata y vesículas seminales; ocasionalmente, el conducto deferente	Arteria vesical superior
Arteria del conducto deferente (♂)		Discurre subperitonealmente hasta el conducto deferente	Conducto deferente	Arteria testicular; arteria cremastérica
Ramas prostáticas (♂)		Desciende por las caras posterolaterales de la próstata	Próstata y uretra prostática	Perineal profunda (pudenda interna)
Uterina (♀)		Discurre anteromedialmente en la base del ligamento ancho/ligamento cardinal superior, da una rama vaginal, luego cruza el uréter superiormente para alcanzar la cara lateral del cuello del útero	Útero, ligamentos del útero, porciones mediales de la trompa tubárica y el ovario, y porción superior de la vagina	Arteria ovárica (a través de ramas tubáricas y ováricas); arteria vaginal

TABLA 3-4. **ARTERIAS DE LA PELVIS** ***(Continuación)***

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución	Anastomosis
Vaginal (♀)	(Arteria uterina)	Se divide en ramas vaginal y vesical inferior; la primera desciende sobre la vagina, la segunda pasa a la vejiga urinaria	Rama vaginal: porción inferior de la vagina, bulbo vestibular y recto adyacente; rama vesical inferior: fondo de la vejiga urinaria	Rama vaginal de la arteria uterina, arteria vesical superior
Pudenda interna	División anterior de la arteria ilíaca interna	Abandona la pelvis a través de la porción infrapiriforme del agujero ciático mayor y entra en el periné (fosa isquioanal) pasando a través del agujero ciático menor, pasa al triángulo urogenital atravesando el conducto pudendo	Arteria principal del periné, incluyendo los músculos y la piel de los triángulos anal y urogenital, cuerpos eréctiles	(Arteria umbilical; ramas prostáticas de la arteria vesical inferior en el varón)
Rectal media		Desciende por la pelvis hasta la porción inferior del recto	Porción inferior del recto, vesículas seminales, próstata (vagina)	Arterias rectales superiores e inferiores
Glútea inferior		Abandona la pelvis a través de la porción infrapiriforme del agujero ciático mayor	Diafragma pélvico (coccígeo y elevador del ano), piriforme, cuadrado femoral, porción más superior de los isquiotibiales, glúteo mayor y nervio ciático	Arteria femoral profunda (a través de las arterias circunflejas femorales medial y lateral)
División posterior de la ilíaca interna	Arteria ilíaca interna	Pasa posteriormente y emite ramas parietales	Pared de la pelvis y región glútea	
Iliolumbar	División posterior de la arteria ilíaca interna	Asciende anterior a la articulación sacroilíaca y posterior a los vasos ilíacos comunes y el psoas mayor, dividiéndose en ramas ilíacas y lumbares	Músculos psoas mayor, ilíaco y cuadrado lumbar; cola de caballo en el conducto vertebral	Arteria circunfleja ilíaca y arteria lumbar 4.ª (y más inferiores)
Sacras laterales (superior e inferior)		Discurre sobre la cara anteromedial del piriforme y emite ramas para los agujeros sacros pélvicos	Piriforme, estructuras del conducto del sacro, erector de la columna y piel suprayacente	Arterias sacras mediales (de la arteria sacra media)
Glútea superior		Pasa entre el tronco lumbosacro y el ramo anterior del nervio espinal S1 para abandonar la pelvis a través de la porción suprapiriforme del agujero ciático mayor	Piriforme, los tres músculos glúteos y el tensor de la fascia lata	Sacra lateral, glútea inferior, pudenda interna, circunfleja femoral profunda, circunfleja femoral lateral

Arteria rectal media. La **arteria rectal media** puede originarse independientemente a partir de la arteria ilíaca interna, o puede hacerlo junto a la arteria vesical inferior o la arteria pudenda interna (figs. 3-16 y 3-17).

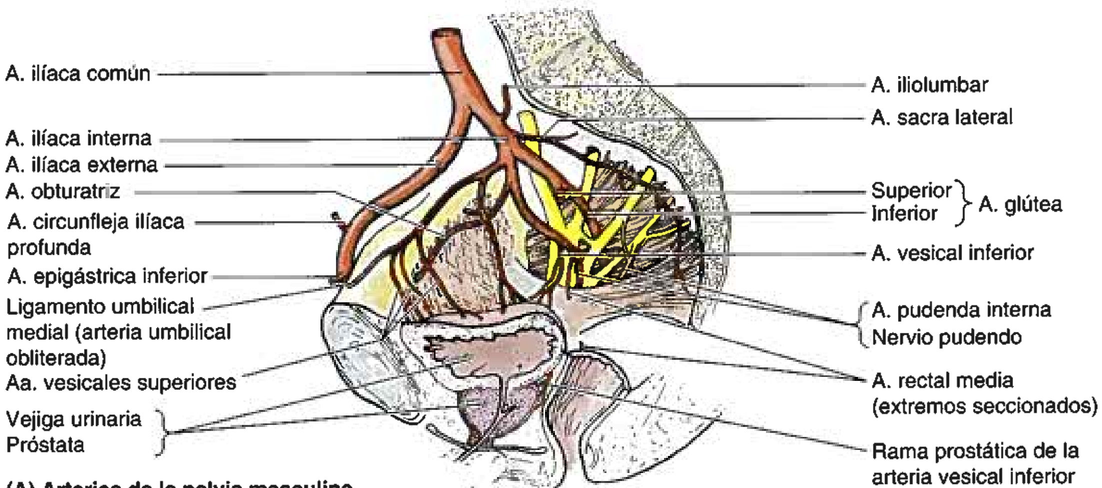
Arteria pudenda interna. La **arteria pudenda interna,** más grande en el hombre que en la mujer, pasa inferolateralmente, anterior al músculo piriforme y al plexo sacro. Abandona la pelvis entre los músculos piriforme y coccígeo, pasando a través de la porción inferior del *agujero ciático mayor*. A continuación, la arteria pudenda interna pasa alrededor de la cara posterior de la espina ciática o del ligamento sacroespinoso, y entra en la *fosa isquioanal* a través del *agujero ciático menor*.

La arteria pudenda interna, junto con las venas pudendas internas y ramos del nervio pudendo, pasa a través del conducto pudendo en la pared lateral de la fosa isquioanal (v. fig. 3-11B). Cuando sale del conducto pudendo, medial a la tuberosidad isquiática, la arteria pudenda interna se divide en sus ramas terminales, la *arteria perineal* y las *arterias dorsales del pene o del clítoris*.

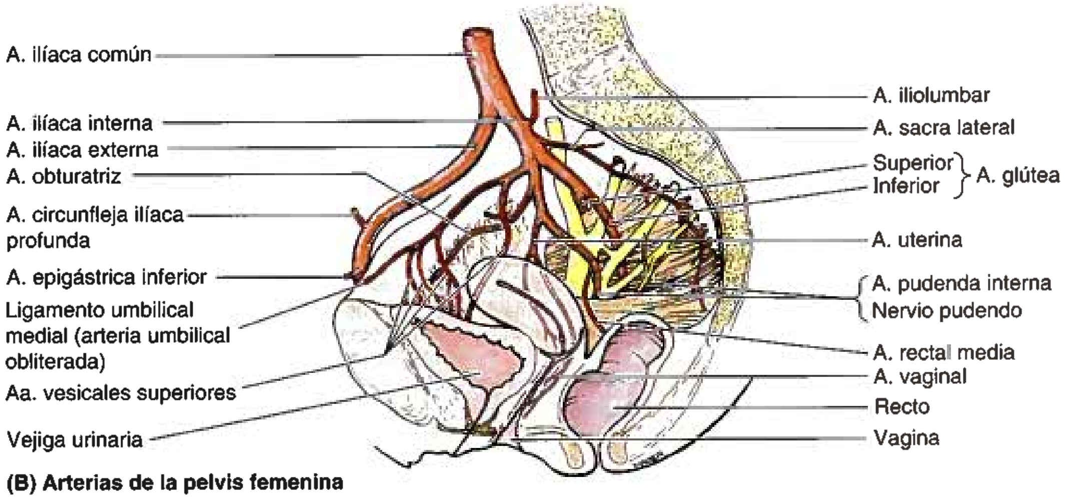
Arteria glútea inferior. La **arteria glútea inferior** es la rama terminal de mayor tamaño de la división anterior de la arteria ilíaca interna (fig. 3-18A). Pasa posteriormente entre los nervios sacros (generalmente S2 y S3) y sale de la pelvis a través de la porción inferior del *agujero ciático mayor*, inferior al músculo piriforme (fig. 3-16). Irriga los músculos y la piel de la nalga y de la cara posterior del muslo.

División posterior de la arteria ilíaca interna. Cuando la arteria ilíaca interna se bifurca en sus divisiones anterior y posterior, esta última suele dar lugar a las tres arterias parietales siguientes (fig. 3-17A y B):

- **Arteria iliolumbar.** Esta arteria discurre superolateralmente de *forma recurrente* (gira bruscamente hacia atrás respecto a su origen) hacia la fosa ilíaca. Dentro de la fosa, la arteria se divide

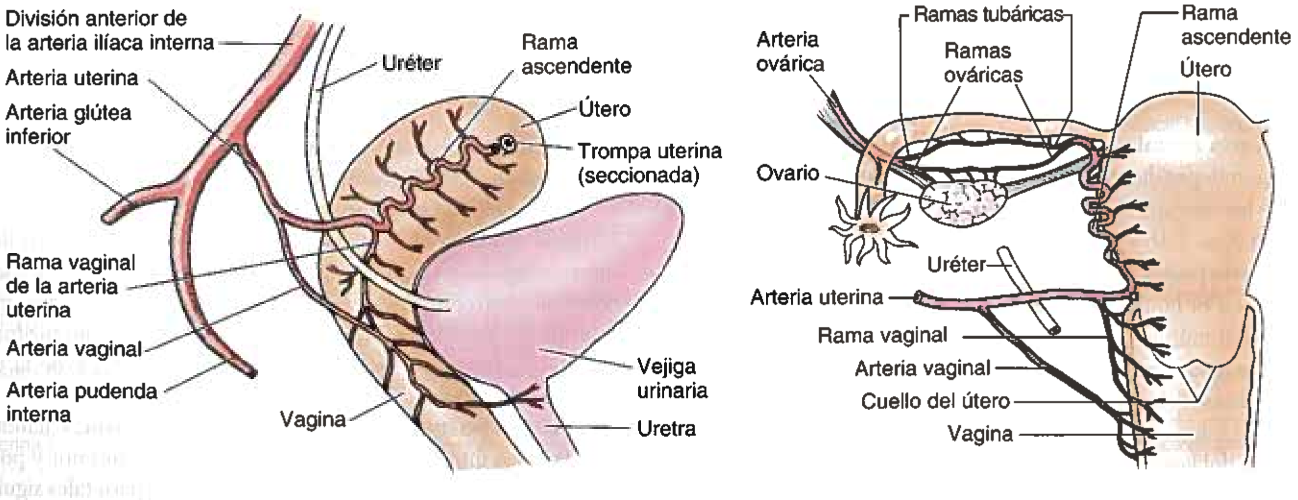

A. ilíaca común
A. ilíaca interna
A. ilíaca externa
A. obturatriz
A. circunfleja ilíaca profunda
A. epigástrica inferior
Ligamento umbilical medial (arteria umbilical obliterada)
Aa. vesicales superiores
Vejiga urinaria
Próstata
A. iliolumbar
A. sacra lateral
Superior
Inferior
A. glútea
A. vesical inferior
A. pudenda interna
Nervio pudendo
A. rectal media (extremos seccionados)
Rama prostática de la arteria vesical inferior

(A) Arterias de la pelvis masculina


A. ilíaca común
A. ilíaca interna
A. ilíaca externa
A. obturatriz
A. circunfleja ilíaca profunda
A. epigástrica inferior
Ligamento umbilical medial (arteria umbilical obliterada)
Aa. vesicales superiores
Vejiga urinaria
A. iliolumbar
A. sacra lateral
Superior
Inferior
A. glútea
A. uterina
A. pudenda interna
Nervio pudendo
A. rectal media
A. vaginal
Recto
Vagina

(B) Arterias de la pelvis femenina

FIGURA 3-17. Arterias de la pelvis. Las divisiones anteriores de las arterias ilíacas internas suelen irrigar la mayoría de las estructuras pélvicas.


División anterior de la arteria ilíaca interna
Arteria uterina
Arteria glútea inferior
Rama vaginal de la arteria uterina
Arteria vaginal
Arteria pudenda interna
Uréter
Rama ascendente
Útero
Trompa uterina (seccionada)
Vagina
Vejiga urinaria
Uretra
Arteria ovárica
Ramas tubáricas
Ramas ováricas
Rama ascendente
Útero
Ovario
Uréter
Arteria uterina
Rama vaginal
Arteria vaginal
Cuello del útero
Vagina

(A) Vista lateral **(B) Vista anterior**

FIGURA 3-18. Arterias uterinas y vaginales. A. Origen de las arterias procedentes de la división anterior de la arteria ilíaca interna y su distribución por el útero y la vagina. **B.** Las anastomosis entre las ramas ováricas y tubáricas de las arterias ováricas y uterinas, y entre la rama vaginal de la arteria uterina y la arteria vaginal, proporcionan vías potenciales de circulación colateral. Estas comunicaciones tienen lugar entre las hojas del ligamento ancho, por donde también discurre la rama ascendente.

en una *rama ilíaca*, que irriga el músculo ilíaco y el ilion, y una *rama lumbar*, que irriga los músculos psoas mayor y cuadrado lumbar.

- **Arterias sacras laterales.** Estas arterias, superior e inferior, pueden originarse como ramas independientes o desde un tronco común. Las arterias sacras laterales pasan medialmente y descienden anteriores a las ramas sacras anteriores, emitiendo *ramas espinales*, que pasan a través de los agujeros sacros anteriores e irrigan las meninges espinales que envuelven las raíces de los nervios sacros. Algunas ramas de estas arterias pasan desde el conducto del sacro a través de los agujeros sacros posteriores e irrigan los músculos erectores de la columna en el dorso y la piel que recubre el sacro.
- **Arteria glútea superior.** Esta arteria es la rama más grande de la división posterior; irriga los músculos glúteos en las nalgas.

ARTERIA OVÁRICA

La **arteria ovárica** nace en la aorta abdominal, inferior a la arteria renal pero considerablemente superior a la arteria mesentérica inferior (v. fig. 3-16). Cuando pasa inferiormente, la arteria ovárica se adhiere al peritoneo parietal y discurre anterior al uréter en la pared posterior del abdomen, normalmente dando ramas para aquél. Al entrar en la pelvis menor, la arteria ovárica cruza el origen de los vasos ilíacos externos. A continuación discurre medialmente, dividiéndose en una **rama ovárica** y una **rama tubárica,** que irrigan el ovario y la trompa uterina, respectivamente (fig. 3-18B). Estas ramas se anastomosan con las ramas correspondientes de la arteria uterina.

ARTERIA SACRA MEDIA

La **arteria sacra media** es una pequeña arteria impar que normalmente nace en la cara posterior de la aorta abdominal, justo superior a su bifurcación, pero puede originarse en su cara anterior (fig. 3-16). Este vaso discurre anterior a los cuerpos de la última o las dos últimas vértebras lumbares, el sacro y el cóccix, y sus ramas terminales participan en diversas asas anastomóticas. Antes de que la arteria sacra media entre en la pelvis menor, a veces emite un par de *arterias de L5*.

Mientras desciende sobre el sacro, la arteria sacra media da lugar a pequeñas ramas parietales (sacras laterales) que se anastomosan con las arterias sacras laterales. La arteria sacra media representa el extremo caudal de la aorta dorsal embrionaria, que va disminuyendo su tamaño a medida que desaparece la eminencia caudal en forma de cola del embrión.

ARTERIA RECTAL SUPERIOR

La **arteria rectal superior** es la continuación directa de la arteria mesentérica inferior (fig. 3-16). Cruza los vasos ilíacos comunes y desciende en el mesocolon sigmoide hasta la pelvis menor. A nivel de la vértebra S3, la arteria rectal superior se divide en dos ramas, que descienden a cada lado del recto y lo irrigan hasta el esfínter interno del ano.

Venas de la pelvis

Los **plexos venosos pélvicos** están formados por la interconexión de venas que rodean las vísceras de la pelvis (fig. 3-19B y C). Estas redes venosas interconectadas tienen importancia clínica. Los diversos plexos de la pelvis menor (rectal, vesical, prostático, uterino y vaginal) se unen y drenan, principalmente, en tributarias de las *venas ilíacas internas*, aunque algunos drenan a través de la vena rectal superior en la vena mesentérica inferior del sistema porta hepático (fig. 3-19A), o a través de las venas sacras laterales en el *plexo venoso vertebral interno* (v. cap. 4). Existen vías adicionales, relativamente menores, para el drenaje de la pelvis menor, como la **vena sacra media** parietal y, en las mujeres, las venas ováricas.

Las **venas ilíacas internas** se forman superiormente al agujero ciático mayor y se sitúan posteroinferiores a las arterias ilíacas internas. Las tributarias de las venas ilíacas internas son más variables que las ramas de la arteria ilíaca interna con las que comparten denominación, pero discurren aproximadamente junto a ellas y drenan los territorios irrigados por dichas arterias. Sin embargo, no hay venas que acompañen a las arterias umbilicales entre la pelvis y el ombligo, sino que las **venas iliolumbares** procedentes de las fosas ilíacas de la pelvis mayor suelen drenar en las venas ilíacas comunes. Las venas ilíacas internas se fusionan con las venas ilíacas externas para formar las **venas ilíacas comunes,** que se unen a nivel de la vértebra L4 o L5 para formar la **vena cava inferior** (fig. 3-19A).

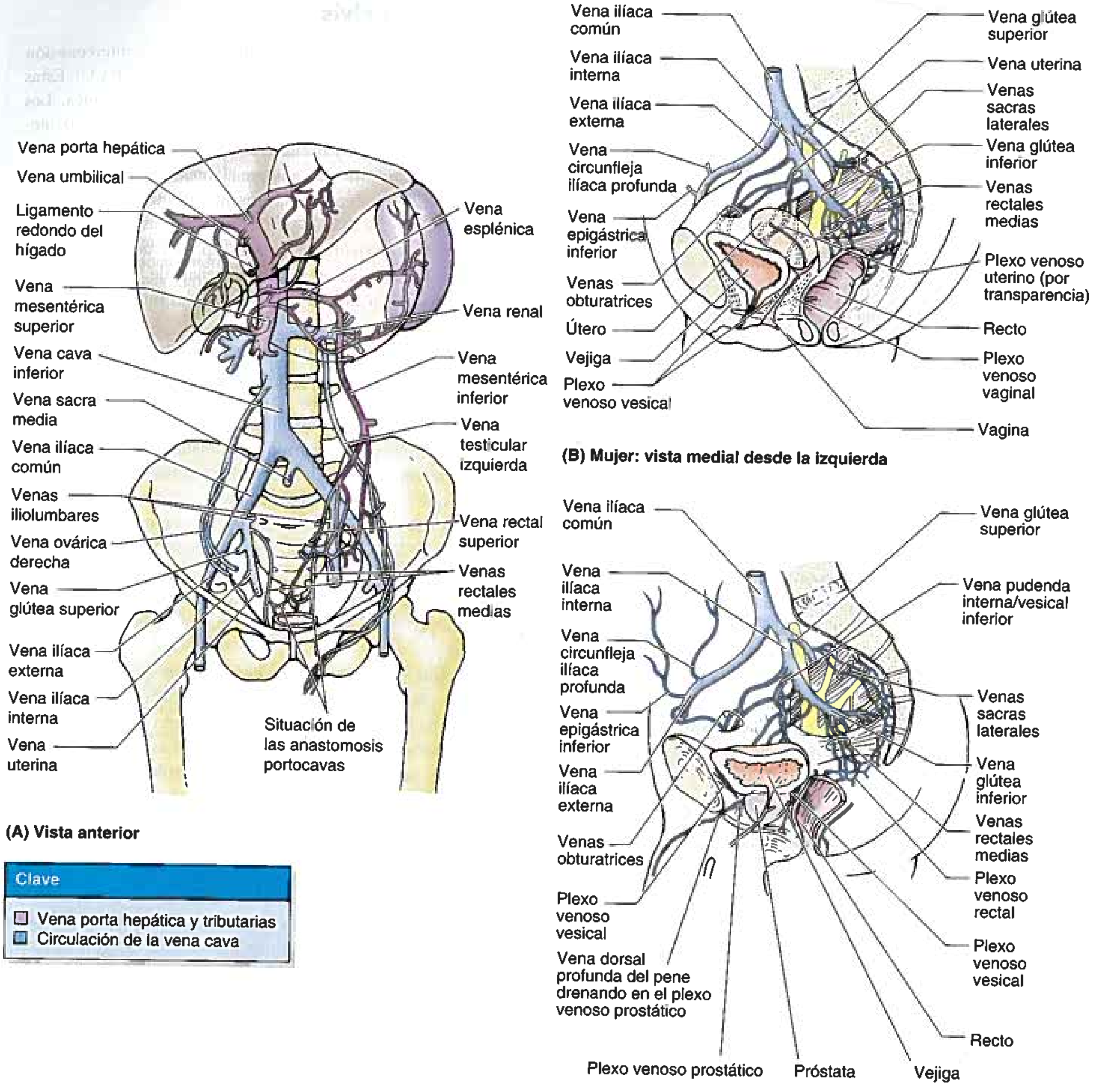
Las **venas glúteas superiores,** las venas que acompañan a las arterias glúteas superiores de la región glútea, son las mayores tributarias de las venas ilíacas internas, excepto durante el embarazo, cuando las venas uterinas son mayores. Las venas testiculares atraviesan la pelvis mayor mientras pasan desde el anillo inguinal profundo hacia su desembocadura abdominal posterior, pero normalmente no drenan estructuras de la pelvis.

Las **venas sacras laterales** suelen verse desproporcionadamente grandes en las angiografías. Se anastomosan con el plexo venoso vertebral interno (cap. 4), formando una vía colateral alternativa para alcanzar la vena cava inferior o la superior. También pueden proporcionar una vía para las metástasis de neoplasias prostáticas o uterinas hacia localizaciones vertebrales o craneales.

Nódulos linfáticos de la pelvis

Los nódulos linfáticos que reciben el drenaje linfático procedente de los órganos de la pelvis son variables en número, tamaño y localización. Su asociación en grupos definidos suele ser algo arbitraria. Cuatro grupos principales de nódulos se localizan en la pelvis o adyacente a ésta, y se denominan según los vasos sanguíneos con que se asocian (fig. 3-20):

- **Nódulos linfáticos ilíacos externos.** Se encuentran por encima de la línea terminal, a lo largo de los vasos ilíacos externos. Reciben principalmente linfa procedente de los nódulos linfáticos inguinales; no obstante, también reciben linfa de las vísceras pélvicas, especialmente de las porciones superiores de los órganos pélvicos medios a anteriores. Aunque la mayoría del drenaje linfático de la pelvis tiende a ser paralelo a las vías del


Vena porta hepática
Vena umbilical
Ligamento redondo del hígado
Vena mesentérica superior
Vena cava inferior
Vena sacra media
Vena ilíaca común
Venas iliolumbares
Vena ovárica derecha
Vena glútea superior
Vena ilíaca externa
Vena ilíaca interna
Vena uterina
Vena esplénica
Vena renal
Vena mesentérica inferior
Vena testicular izquierda
Vena rectal superior
Venas rectales medias
Situación de las anastomosis portocavas
Clave
▨ Vena porta hepática y tributarias
▨ Circulación de la vena cava
Vena ilíaca común
Vena ilíaca interna
Vena ilíaca externa
Vena circunfleja ilíaca profunda
Vena epigástrica inferior
Venas obturatrices
Útero
Vejiga
Plexo venoso vesical
Vena glútea superior
Vena uterina
Venas sacras laterales
Vena glútea inferior
Venas rectales medias
Plexo venoso uterino (por transparencia)
Recto
Plexo venoso vaginal
Vagina
Vena ilíaca común
Vena ilíaca interna
Vena circunfleja ilíaca profunda
Vena epigástrica inferior
Vena ilíaca externa
Venas obturatrices
Plexo venoso vesical
Vena dorsal profunda del pene drenando en el plexo venoso prostático
Plexo venoso prostático
Próstata
Vejiga
Vena glútea superior
Vena pudenda interna/vesical inferior
Venas sacras laterales
Vena glútea inferior
Venas rectales medias
Plexo venoso rectal
Plexo venoso vesical
Recto

(A) Vista anterior

(B) Mujer: vista medial desde la izquierda

(C) Hombre: vista medial desde la izquierda

FIGURA 3-19. Venas de la pelvis. A. Patrones femenino *(derecha)* y masculino *(izquierda)* de los sistemas venosos porta hepático y sistémico (de la cava) de la cavidad abdominopélvica. El drenaje venoso de los órganos pélvicos se dirige fundamentalmente al sistema de la cava a través de las venas ilíacas internas. La porción superior del recto drena normalmente en el sistema porta hepático, aunque las venas rectales superiores se anastomosan con las venas rectales medias e inferiores, que son tributarias de las venas ilíacas internas. Se muestran las venas y plexos venosos pélvicos de la mujer **(B)** y del hombre **(C)**.

drenaje venoso, el drenaje linfático de los nódulos ilíacos externos no sigue ese patrón. Estos nódulos drenan en los nódulos ilíacos comunes.

- **Nódulos linfáticos ilíacos internos.** Se agrupan alrededor de las divisiones anterior y posterior de la arteria ilíaca interna y los puntos de origen de las arterias glúteas. Reciben el drenaje procedente de las vísceras pélvicas inferiores, el periné profundo y la región glútea, y drenan en los nódulos ilíacos comunes.
- **Nódulos linfáticos sacros.** Se encuentran en la concavidad del sacro, adyacentes a los vasos sacros medios. Reciben linfa procedente de las vísceras pélvicas posteroinferiores y drenan en los nódulos ilíacos internos o en los comunes.

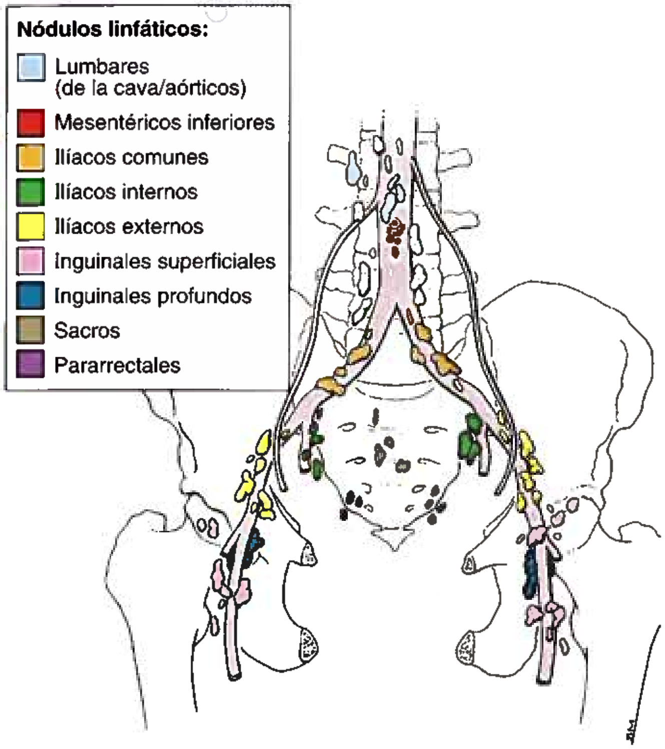


FIGURA 3-20. Nódulos linfáticos de la pelvis.

- **Nódulos linfáticos ilíacos comunes.** Localizados superiormente en la pelvis, a lo largo de los vasos sanguíneos ilíacos comunes, reciben el drenaje procedente de los tres grupos principales expuestos anteriormente. Estos nódulos inician una vía común para el drenaje de la pelvis que pasa cerca de los nódulos lumbares (de la cava/aórticos). Desde algunos órganos pélvicos (p. ej., el cuello de la vejiga urinaria y la parte inferior de la vagina) puede darse de forma inconstante un drenaje hacia los nódulos ilíacos comunes.

El tejido conectivo situado a lo largo de las ramas de los vasos ilíacos internos contiene grupos adicionales de nódulos de menor importancia (p. ej., los **nódulos pararrectales**).

Tanto los grupos de nódulos pélvicos principales como los secundarios están muy interconectados, por lo que pueden extirparse muchos nódulos sin alterar el drenaje linfático. Las interconexiones también permiten que las neoplasias se diseminen prácticamente en cualquier dirección, hacia cualquier víscera pélvica o abdominal. Aunque el drenaje linfático tiende a reproducir el drenaje venoso (excepto en el caso de los nódulos ilíacos externos, donde la proximidad ofrece una guía aproximada), el patrón no es lo bastante predecible como para que permita anticipar o determinar el estadio de la progresión del cáncer metastásico desde órganos pélvicos de forma comparable a la progresión del cáncer de mama a través de los nódulos axilares. El drenaje linfático desde cada órgano pélvico se describirá después de la descripción de las vísceras pélvicas (p. 400).

Nervios de la pelvis

Las estructuras pélvicas están inervadas, fundamentalmente, por los **nervios espinales sacros** y **coccígeos,** y por la *porción pélvica del sistema nervioso autónomo.* Los músculos piriforme y coccígeo forman un lecho para los plexos nerviosos sacro y coccígeo (fig. 3-21). Los ramos anteriores de los nervios S2 y S3 emergen entre las digitaciones de estos músculos.

NERVIO OBTURADOR

El **nervio obturador** se origina en los ramos anteriores de los nervios espinales L2-4 del *plexo lumbar* en el abdomen (pelvis mayor) y entra en la pelvis menor. Discurre por la grasa extraperitoneal a lo largo de la pared lateral de la pelvis hacia el *conducto obturador,* la abertura en la membrana obturatriz que cubre el resto del agujero obturado, donde se divide en ramos anterior y posterior, que abandonan la pelvis a través de este conducto e inervan los músculos mediales del muslo. El nervio obturador no inerva ninguna estructura de la pelvis.

TRONCO LUMBOSACRO

En la línea terminal o inmediatamente superior a ella, la parte descendente del ramo anterior del nervio L4 se une al ramo anterior del nervio L5, para formar el grueso **tronco lumbosacro,** con aspecto de cordón (v. figs. 3-9D, 3-21 y 3-22). Éste discurre inferiormente, sobre la cara anterior del ala del sacro, para unirse al plexo sacro.

PLEXO SACRO

El plexo se ilustra en la figura 3-22, y la composición y la distribución segmentaria de los nervios que derivan de él se detallan en la tabla 3-5. El texto siguiente aporta información adicional sobre la formación de los nervios y sus recorridos.

El **plexo sacro** se localiza en la pared posterolateral de la pelvis menor. Los dos nervios principales del plexo sacro son el *nervio ciático* y el *pudendo,* situados externamente a la fascia parietal pélvica. La mayoría de ramos del plexo sacro abandonan la pelvis a través del *agujero ciático mayor.*

El **nervio ciático**, el nervio más voluminoso del cuerpo, está formado por los ramos anteriores de los nervios espinales L4-S3 al converger en la cara anterior del piriforme (figs. 3-21 y 3-22). Una vez formado, el nervio ciático pasa a través del agujero ciático mayor, normalmente inferior al piriforme, para entrar en la región glútea. A continuación, desciende a lo largo de la cara posterior del muslo para inervar a ésta y a toda la pierna y el pie.

El **nervio pudendo** es el nervio principal del periné, y el principal nervio sensitivo de los genitales externos. Acompaña a la arteria pudenda interna y abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor, entre los músculos piriforme y coccígeo. El nervio pudendo se incurva alrededor de la espina ciática y el ligamento sacroespinoso, y entra en el periné a través del agujero ciático menor (figura 3-22).

El **nervio glúteo superior** abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor, superior al piriforme. Inerva músculos de la región glútea (figs. 3-21 y 3-22).

El **nervio glúteo inferior** abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor (fig. 3-22), inferior al piriforme y superficial al nervio ciático, acompañando a la arteria glútea inferior. Ambos se

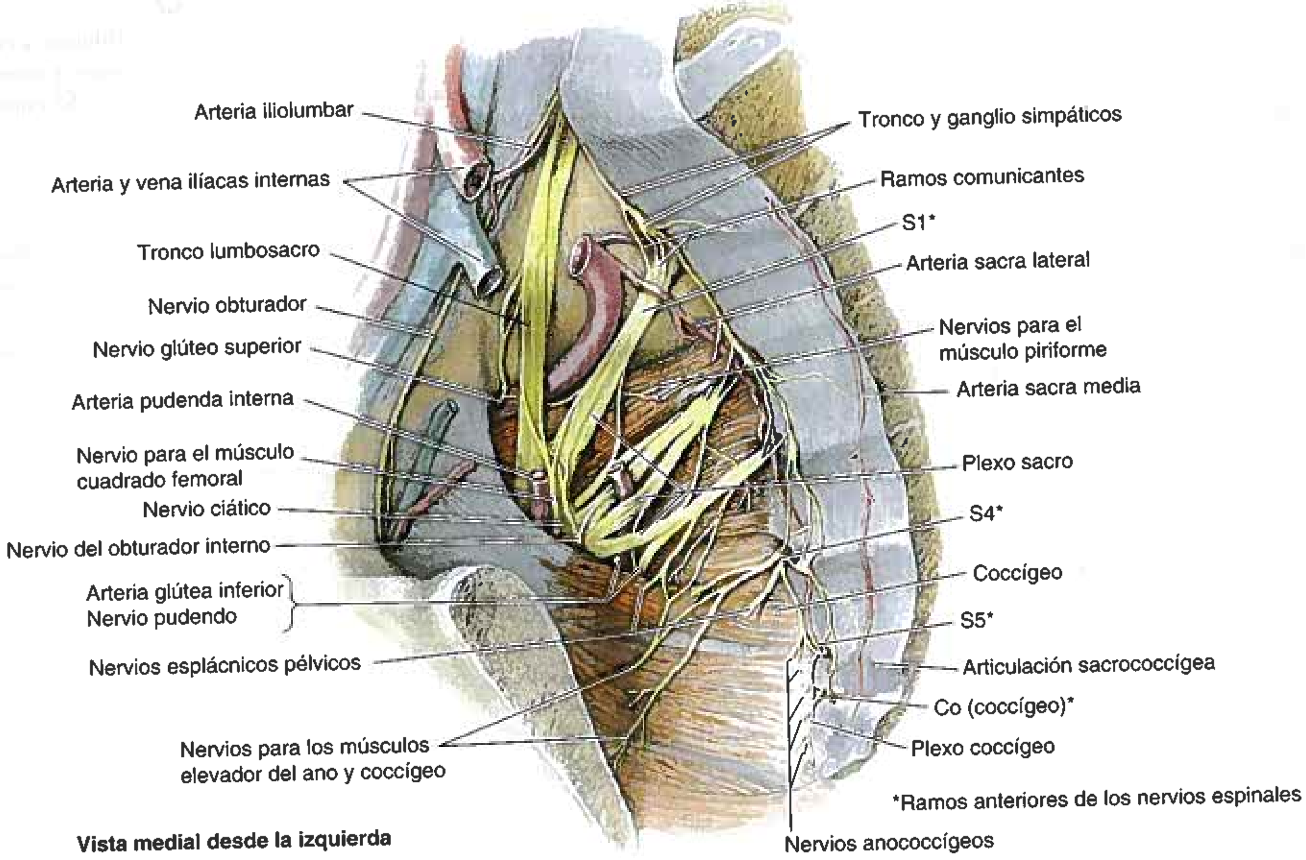

Arteria iliolumbar
Arteria y vena ilíacas internas
Tronco lumbosacro
Nervio obturador
Nervio glúteo superior
Arteria pudenda interna
Nervio para el músculo cuadrado femoral
Nervio ciático
Nervio del obturador interno
Arteria glútea inferior
Nervio pudendo
Nervios esplácnicos pélvicos
Nervios para los músculos elevador del ano y coccígeo
Vista medial desde la izquierda
Tronco y ganglio simpáticos
Ramos comunicantes
S1*
Arteria sacra lateral
Nervios para el músculo piriforme
Arteria sacra media
Plexo sacro
S4*
Coccígeo
S5*
Articulación sacrococcígea
Co (coccígeo)*
Plexo coccígeo
*Ramos anteriores de los nervios espinales
Nervios anococcígeos

FIGURA 3-21. **Nervios y plexos nerviosos de la pelvis.** Se muestran los nervios somáticos (plexos nerviosos sacro y coccígeo) y la porción pélvica (sacra) del tronco simpático. Aunque se localizan en la pelvis, la mayoría de los nervios que aquí se muestran participan en la inervación del miembro inferior más que en la de las estructuras de la pelvis.

dividen en varias ramificaciones que entran en la superficie profunda del músculo glúteo mayor suprayacente.

PLEXO COCCÍGEO

El **plexo coccígeo** es una pequeña red de fibras nerviosas formada por los ramos anteriores de los nervios espinales S4 y S5 y los **nervios coccígeos** (fig. 3-21). Se sitúa en la superficie pélvica del músculo coccígeo, e inerva a este músculo, que forma parte del elevador del ano, y a la articulación sacrococcígea. Los **nervios anococcígeos** que se originan de este plexo atraviesan el coccígeo y el ligamento anococcígeo, e inervan una pequeña área de piel entre el vértice del cóccix y el ano.

NERVIOS AUTÓNOMOS DE LA PELVIS

La inervación autónoma de la cavidad pélvica se realiza por cuatro vías (fig. 3-23):

- Los *troncos simpáticos sacros*. Se encargan principalmente de la inervación simpática de los miembros inferiores.
- Los *plexos periarteriales*. Fibras vasomotoras simpáticas postsinápticas para las arterias rectal superior, ovárica e ilíaca interna y sus ramas.
- Los *plexos hipogástricos*. La vía más importante por donde llegan fibras simpáticas a las vísceras pélvicas.
- Los *nervios esplácnicos pélvicos*. Vía para la inervación parasimpática de las vísceras pélvicas y del colon descendente y sigmoide.

Los **troncos simpáticos sacros** son la continuación inferior de los troncos simpáticos lumbares (figs. 3-21 y 3-23). Cada tronco sacro tiene un tamaño menor que el tronco lumbar, y generalmente tiene cuatro ganglios simpáticos. Los troncos sacros descienden sobre la cara pélvica del sacro, justo mediales a los agujeros sacros anteriores, y convergen para formar el pequeño **ganglio impar** medio (ganglio coccígeo), anterior al cóccix. Los troncos simpáticos descienden posteriores al recto, en el tejido conectivo extraperitoneal, y emiten ramos comunicantes (ramos comunicantes grises) para cada uno de los ramos anteriores de los nervios sacros y coccígeo. También emiten ramos para la arteria sacra media y el plexo hipogástrico inferior. La función principal de los troncos simpáticos sacros es proporcionar fibras postsinápticas al plexo sacro para la inervación simpática (vasomotora, pilomotora y sudomotora) del miembro inferior.

Los **plexos periarteriales** de las arterias rectal superior, ovárica e ilíaca interna son vías menores por donde entran fibras simpáticas en la pelvis. Su función principal es vasomotora sobre las arterias a las cuales acompañan.

Los **plexos hipogástricos** (superior e inferior) son redes de fibras nerviosas simpáticas y aferentes viscerales. La porción principal del **plexo hipogástrico superior** es la prolongación inferior del

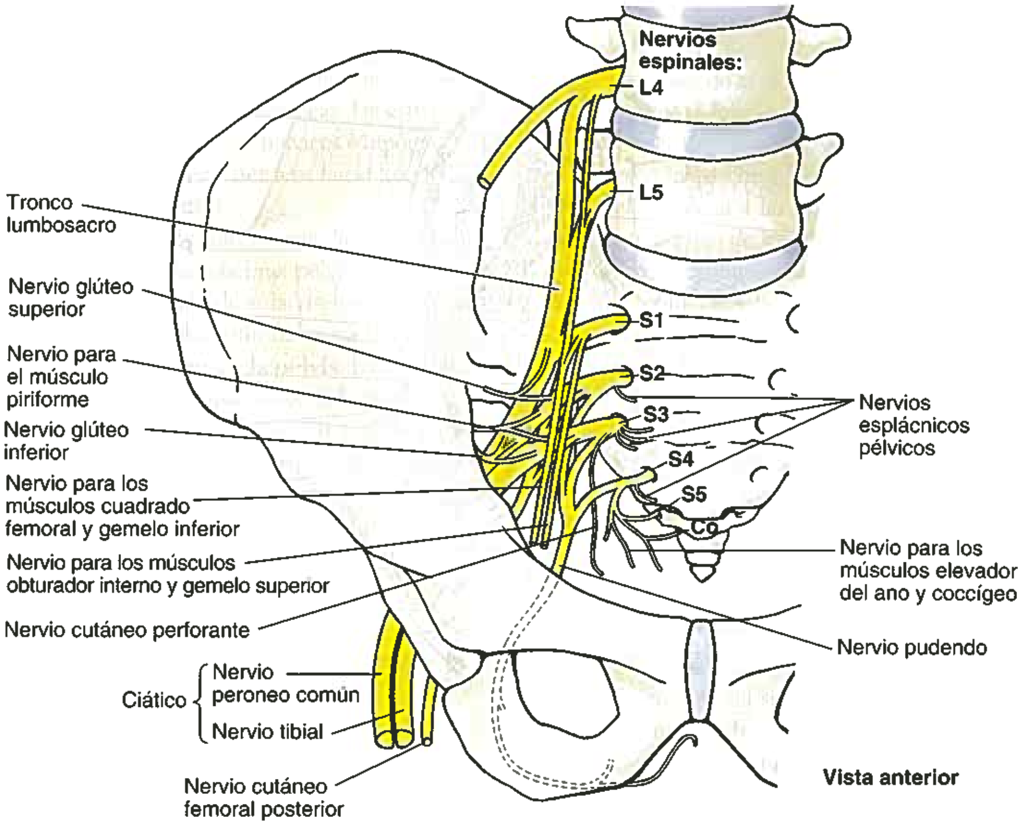

Nervios espinales:
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Co
Tronco lumbosacro
Nervio glúteo superior
Nervio para el músculo piriforme
Nervio glúteo inferior
Nervio para los músculos cuadrado femoral y gemelo inferior
Nervio para los músculos obturador interno y gemelo superior
Nervio cutáneo perforante
Ciático
Nervio peroneo común
Nervio tibial
Nervio cutáneo femoral posterior
Nervios esplácnicos pélvicos
Nervio para los músculos elevador del ano y coccígeo
Nervio pudendo
Vista anterior

FIGURA 3-22. Nervios somáticos de la pelvis: plexo sacro.

TABLA 3-5. NERVIOS SOMÁTICOS DE LA PELVIS

Nervio	Segmento de origen	Distribución
Ciático	L4, L5, S1, S2, S3	Ramos articulares para la articulación de la cadera y ramos musculares para los flexores de la rodilla en el muslo y todos los músculos de la pierna y el pie
Glúteo superior	L4, L5, S1	Músculos glúteo medio y glúteo menor
Nervio del músculo cuadrado femoral (y gemelo inferior)	L4, L5, S1	Músculos cuadrado femoral y gemelo inferior
Glúteo inferior	L5, S1, S2	Músculo glúteo mayor
Nervio del músculo obturador interno (y gemelo superior)	L5, S1, S2	Músculos obturador interno y gemelo superior
Nervio del músculo piriforme	S1, S2	Músculo piriforme
Cutáneo femoral posterior	S2, S3	Ramos cutáneos para la nalga y caras medial más superior y posterior del muslo
Cutáneo perforante	S2, S3	Ramos cutáneos para la parte medial de la nalga
Pudendo	S2, S3, S4	Estructuras del periné: ramos sensitivos para genitales, ramos musculares para músculos del periné, esfínter externo de la uretra y esfínter externo del ano
Esplácnico pélvico	S2, S3, S4	Vísceras pélvicas a través de los plexos hipogástricos inferiores y pélvico
Nervios del músculo elevador del ano y coccígeo	S3, S4	Músculos elevador del ano y coccígeo

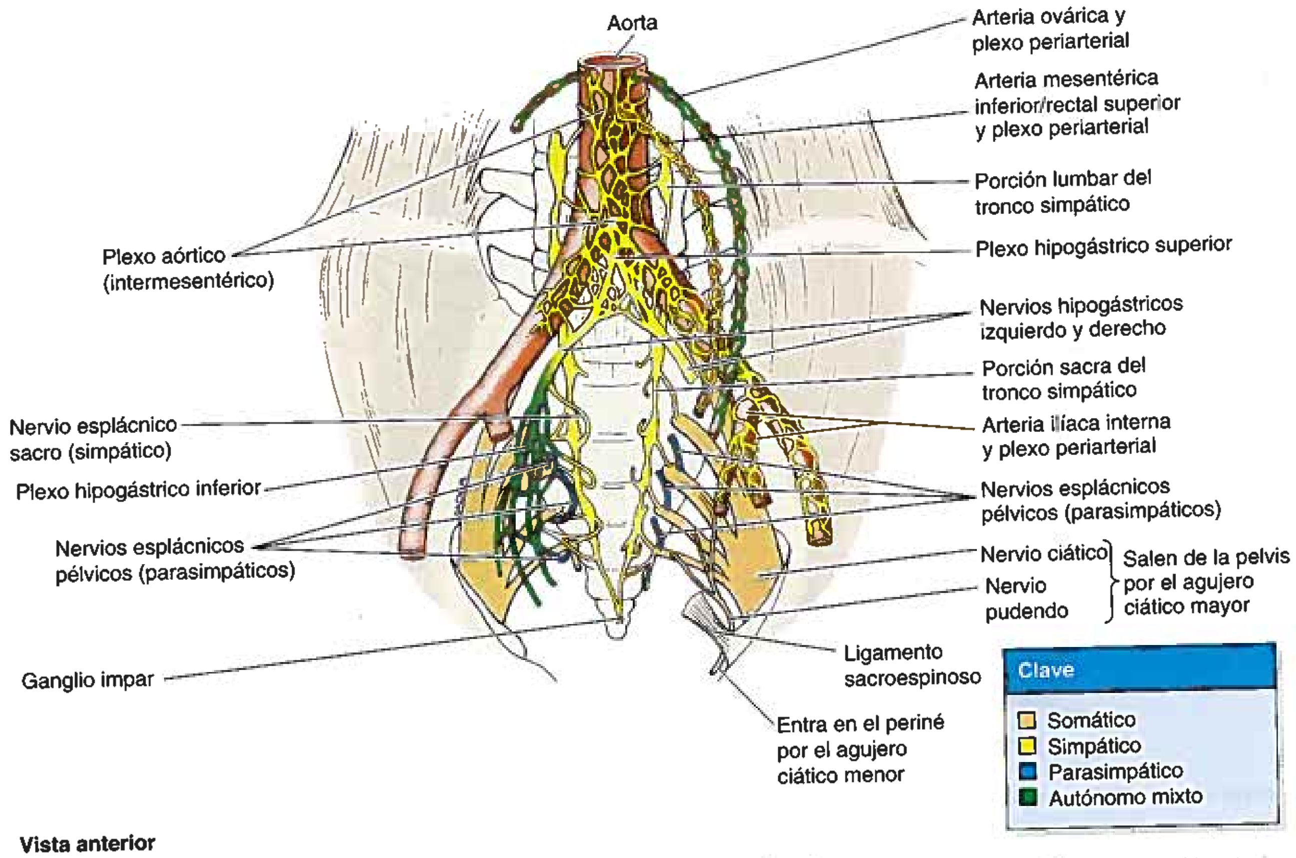

Aorta
Arteria ovárica y plexo periarterial
Arteria mesentérica inferior/rectal superior y plexo periarterial
Porción lumbar del tronco simpático
Plexo hipogástrico superior
Plexo aórtico (intermesentérico)
Nervios hipogástricos izquierdo y derecho
Porción sacra del tronco simpático
Arteria ilíaca interna y plexo periarterial
Nervio esplácnico sacro (simpático)
Plexo hipogástrico inferior
Nervios esplácnicos pélvicos (parasimpáticos)
Nervios esplácnicos pélvicos (parasimpáticos)
Nervio ciático
Nervio pudendo
Salen de la pelvis por el agujero ciático mayor
Ganglio impar
Ligamento sacroespinoso
Entra en el periné por el agujero ciático menor
Clave
🟧 Somático
🟨 Simpático
🟦 Parasimpático
🟩 Autónomo mixto
Vista anterior

FIGURA 3-23. Nervios autónomos de la pelvis. El plexo hipogástrico superior es una continuación del plexo aórtico que se divide en nervios hipogástricos izquierdo y derecho cuando entra en la pelvis. Los nervios hipogástricos y esplácnicos pélvicos se fusionan para formar los plexos hipogástricos inferiores, que por tanto constan de fibras tanto simpáticas como parasimpáticas. Las fibras autónomas (simpáticas) también entran en la pelvis a través de los troncos simpáticos y los plexos periarteriales.

plexo intermesentérico (v. cap. 2), que se sitúa inferior a la bifurcación de la aorta (fig. 3-23). Transporta fibras que salen y entran del plexo intermesentérico a través de los nervios esplácnicos L3 y L4. El plexo hipogástrico superior entra en la pelvis y se divide en los **nervios hipogástricos izquierdo** y **derecho,** que descienden anteriores al sacro. Estos nervios descienden laterales al recto, dentro de las *vainas hipogástricas,* y luego se extienden en abanico, a medida que se unen con los nervios esplácnicos pélvicos, para formar los *plexos hipogástricos inferiores* derecho e izquierdo.

Por tanto, los **plexos hipogástricos inferiores** contienen fibras tanto simpáticas como parasimpáticas, así como fibras viscerales aferentes, que continúan a través de la lámina de la vaina hipogástrica hasta las vísceras pélvicas, sobre las que forman unos plexos secundarios denominados colectivamente **plexos pélvicos.** En ambos sexos, estos plexos secundarios se asocian a las caras laterales del recto y a las caras inferolaterales de la vejiga urinaria. Además, en el hombre, los plexos secundarios también se asocian a la próstata y las vesículas seminales, y en la mujer al cuello del útero y las porciones laterales del fórnix de la vagina.

Los **nervios esplácnicos pélvicos** se originan en la pelvis a partir de los ramos anteriores de los nervios espinales S2-4 del plexo sacro (figs. 3-21 a 3-23). Contienen fibras parasimpáticas presinápticas derivadas de los segmentos S2-4 de la médula espinal, que constituyen el flujo de salida sacro del sistema nervioso parasimpático (craneosacro), y fibras aferentes viscerales procedentes de cuerpos celulares situados en los ganglios sensitivos de los nervios espinales correspondientes. Normalmente, la mayor contribución de estas fibras procede del nervio S3.

El sistema de plexos hipogástricos/pélvicos, que recibe fibras simpáticas a través de los nervios esplácnicos lumbares, y fibras parasimpáticas a través de los nervios esplácnicos pélvicos, inerva las vísceras de la pelvis. Aunque el componente simpático es principalmente vasomotor, como en las demás localizaciones, en ésta también inhibe la contracción peristáltica del recto y estimula la contracción de los órganos genitales durante el orgasmo (lo que produce la eyaculación en el varón).

Como la pelvis no tiene una superficie cutánea, las fibras simpáticas pélvicas no tienen funciones pilomotoras ni vasomotoras. Las fibras parasimpáticas distribuidas por el interior de la pelvis estimulan la contracción del recto y la vejiga urinaria para la defecación y la micción, respectivamente. Las fibras parasimpáticas del plexo prostático atraviesan el suelo de la pelvis para inervar los cuerpos eréctiles de los genitales externos, y producen así la erección.

INERVACIÓN AFERENTE VISCERAL EN LA PELVIS

Las fibras aferentes viscerales discurren con las fibras nerviosas autónomas, si bien los impulsos sensitivos se dirigen en dirección central de forma retrógrada a los impulsos eferentes que conducen las fibras autónomas. Todas las fibras aferentes viscerales de la pelvis que conducen sensaciones reflejas (información que no llega a ser consciente) discurren con fibras parasimpáticas. De este modo, en el caso de la pelvis, viajan por los plexos pélvicos e hipogástricos inferiores y por los nervios esplácnicos pélvicos hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4.

Las vías que siguen las fibras aferentes viscerales que transmiten sensaciones dolorosas desde las vísceras pélvicas difieren en su recorrido y destino, dependiendo de si la víscera o la porción de víscera de la cual procede la sensación dolorosa se encuentra superior o inferior a la **línea de dolor de la pelvis.** Excepto por lo que se refiere al tubo digestivo, la línea de dolor de la pelvis corresponde al límite inferior del peritoneo (v. figs. B y C de la tabla 3-3). Las vísceras abdominopélvicas intraperitoneales, o las caras de estructuras viscerales que están en contacto con el peritoneo, son superiores a la línea de dolor de la pelvis; las vísceras o porciones de vísceras pélvicas subperitoneales son inferiores a la línea de dolor de la pelvis. En el caso del tubo digestivo (intestino grueso), la línea de dolor de la pelvis no se correlaciona con el peritoneo; la línea de dolor se localiza en la mitad del colon sigmoide.

Las fibras aferentes viscerales que conducen sensaciones dolorosas desde las vísceras situadas por encima de la línea de dolor de la pelvis siguen a las fibras simpáticas de forma retrógrada y ascienden a través de los plexos hipogástricos/aórticos, los nervios esplácnicos abdominopélvicos, los troncos simpáticos lumbares y los ramos comunicantes blancos, hasta alcanzar los cuerpos celulares en los ganglios sensitivos de nervios espinales torácicos inferiores y lumbares superiores. Las fibras aferentes que conducen impulsos dolorosos desde vísceras o porciones de vísceras situadas por debajo de la línea de dolor de la pelvis siguen retrógradamente a las fibras parasimpáticas a través de los plexos pélvico e hipogástrico inferior y de los nervios esplácnicos pélvicos hasta alcanzar los cuerpos celulares en los ganglios sensitivos espinales de S2-4.

ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS DE LA PELVIS

Lesión yatrógena de los uréteres

LESIONES DURANTE LA LIGADURA DE LA ARTERIA UTERINA

El hecho de que el uréter pase inmediatamente inferior a la arteria uterina cerca de la porción lateral del fórnix de la vagina tiene relevancia clínica. Existe el peligro de pinzar (aplastar), ligar o seccionar inadvertidamente el uréter durante una **histerectomía** (extirpación del útero) al ligar y seccionar la arteria uterina para extraer el útero. El punto en que se cruzan el uréter y la arteria uterina se encuentra aproximadamente 2 cm superior a la espina ciática.

LESIONES DURANTE LA LIGADURA DE LA ARTERIA OVÁRICA

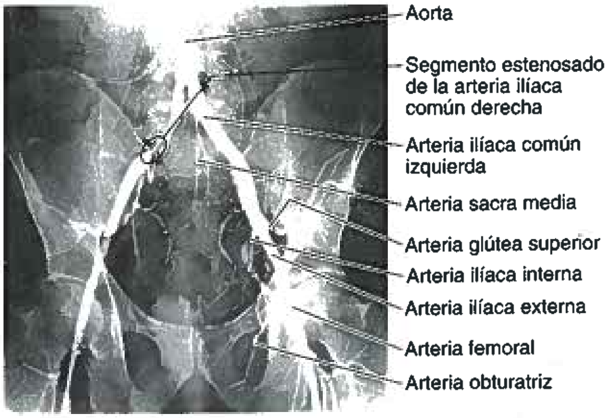
Los uréteres son vulnerables cuando se ligan los vasos ováricos durante una **ovariectomía** (extirpación del ovario), ya que estas estructuras están cerca una de la otra cuando cruzan la línea terminal.

Ligadura de la arteria ilíaca interna y circulación colateral de la pelvis

A veces, la arteria ilíaca interna se vuelve estenótica (su luz se estrecha) debido al depósito aterosclerótico de colesterol (fig. C3-6), o tiene que ligarse quirúrgicamente para controlar una hemorragia pélvica. Debido a las numerosas anastomosis entre las ramas de esa arteria y las arterias adyacentes (v. fig. 3-16; tabla 3-4), la ligadura no interrumpe el flujo de sangre, pero disminuye su presión, lo que puede provocar la *hemostasia* (cese de una hemorragia). Entre los ejemplos de vías colaterales de la arteria ilíaca interna se encuentran los siguientes pares de arterias anastomosadas: lumbar e iliolumbar, sacra media y sacra lateral, rectal superior y rectal media, y glútea inferior y arteria femoral profunda. El flujo sanguíneo se conserva, aunque puede invertirse en la rama anastomótica. Las vías colaterales pueden mantener el riego sanguíneo de las vísceras pélvicas, la región glútea y los órganos genitales.

Lesión de los nervios de la pelvis

Durante el parto, la cabeza del feto puede comprimir el plexo sacro de la madre, que sentirá dolor en los miembros inferiores. El *nervio obturador* puede dañarse durante la cirugía (p. ej., al extirpar nódulos linfáticos neoplásicos de la pared lateral de la pelvis). La lesión del nervio obturador puede causar espasmos dolorosos de los músculos aductores del muslo y deficiencias sensitivas en la región medial del muslo.



Proyección anteroposterior

FIGURA C3-6. Arteriografía ilíaca. Se ha inyectado un colorante radiopaco en la aorta de la región lumbar. Se aprecia un estrechamiento (estenosis) en la arteria ilíaca común derecha *(círculo)*. (Cortesía del Dr. D. Sniderman, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

Puntos fundamentales

ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS DE LA PELVIS

Avanzando desde la cavidad pélvica hacia fuera, como cuando se diseca la pelvis, en primer lugar se encuentran los plexos nerviosos autónomos retroperitoneales hipogástrico/pélvico, luego las arterias pélvicas, las venas y, finalmente, los nervios somáticos pélvicos y los troncos somáticos; los dos últimos son adyacentes a las paredes de la pelvis.

Arterias de la pelvis. Las numerosas anastomosis arteriales proporcionan un sistema circulatorio colateral que asegura un riego sanguíneo adecuado a las pelvis mayor y menor. La mayoría de la sangre arterial llega a la pelvis menor a través de las arterias ilíacas internas, que habitualmente se bifurcan en una división anterior (que proporciona todas las ramas viscerales) y una división posterior (que suele ser exclusivamente parietal). ♦ Después del nacimiento, las arterias umbilicales se ocluyen distalmente al origen de las arterias vesicales superiores y, en el varón, de la arteria del conducto deferente. ♦ Las arterias vesicales inferiores (hombres) y las arterias vaginales (mujeres) irrigan la vejiga inferior y la uretra pélvica. La arteria vesical inferior también irriga la próstata; la arteria vaginal irriga la porción superior de la vagina. ♦ La arteria uterina es exclusiva del sexo femenino, pero ambos sexos poseen arterias rectales medias.

Las ramas parietales de la división anterior de la arteria ilíaca interna incluyen, en ambos sexos, las arterias obturatriz, glútea inferior y pudenda interna, cuyas ramas principales se originan fuera de la pelvis menor. ♦ En aproximadamente un 20% de la población existe una arteria obturatriz aberrante, que nace de los vasos epigástricos inferiores y tiene importancia clínica. ♦ Las arterias iliolumbar, glútea superior y sacras laterales son ramas parietales de la división posterior de la arteria ilíaca interna que se distribuyen por fuera de la pelvis menor. ♦ La arteria iliolumbar aporta gran parte del riego sanguíneo de las estructuras de la fosa ilíaca (pelvis mayor). ♦ Las arterias gonadales de ambos sexos descienden al interior de la pelvis menor desde la aorta abdominal, pero únicamente las arterias ováricas entran en la pelvis menor.

Venas de la pelvis. Los plexos venosos asociados a las distintas vísceras pélvicas, de las que toman el nombre, se comunican entre sí y con los plexos venosos vertebrales (epidurales) internos del conducto vertebral. No obstante, la mayor parte de la sangre venosa sale de la pelvis por las venas ilíacas internas.

Drenaje linfático y nódulos linfáticos de la pelvis. El drenaje linfático de la pelvis presenta un patrón que básicamente sigue, aunque no de manera exacta, el patrón del drenaje venoso, a través de grupos menores y mayores, variables, de nódulos linfáticos; entre los últimos se incluyen los nódulos sacros y los ilíacos internos, externos y comunes. ♦ Porciones de los órganos pélvicos medios a anteriores, aproximadamente a nivel del techo de la vejiga urinaria vacía, incluyéndola, drenan en los nódulos ilíacos externos, independientemente del drenaje venoso. ♦ Los nódulos linfáticos pélvicos están muy interconectados, de modo que el drenaje linfático (y el cáncer metastásico) puede pasar prácticamente en cualquier dirección, a cualquier órgano pélvico o abdominal.

Nervios de la pelvis. Los nervios somáticos forman en el interior de la pelvis el plexo sacro, que participa principalmente en la inervación de los miembros inferiores y el periné. ♦ Las porciones pélvicas de los troncos simpáticos también se encargan fundamentalmente de inervar los miembros inferiores. ♦ Los nervios autónomos llegan mayoritariamente a la pelvis a través del plexo hipogástrico superior (fibras simpáticas) y de los nervios esplácnicos pélvicos (fibras parasimpáticas), y los dos se fusionan formando los plexos hipogástrico inferior y pélvico. ♦ Las fibras simpáticas para la pelvis son vasomotoras y producen la contracción de los órganos genitales internos durante el orgasmo; también inhiben el peristaltismo rectal. ♦ Las fibras parasimpáticas pélvicas estimulan el vaciado vesical y rectal, y se extienden hasta los cuerpos eréctiles de los órganos genitales externos, donde provocan la erección. ♦ Las fibras aferentes viscerales viajan retrógradamente junto a las fibras nerviosas autónomas. ♦ Las aferentes viscerales que conducen sensaciones reflejas inconscientes siguen el curso de las fibras parasimpáticas hasta los ganglios sensitivos espinales de S2-4, al igual que las que conducen impulsos dolorosos desde las vísceras inferiores a la línea de dolor de la pelvis (estructuras que no están en contacto con el peritoneo, más el colon sigmoide distal y el recto). ♦ Las fibras aferentes viscerales que conducen el dolor desde estructuras superiores a la línea de dolor de la pelvis (estructuras que están en contacto con el peritoneo, excepto el colon sigmoide distal y el recto) siguen las fibras simpáticas retrógradamente hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales torácicos inferiores y lumbares superiores.

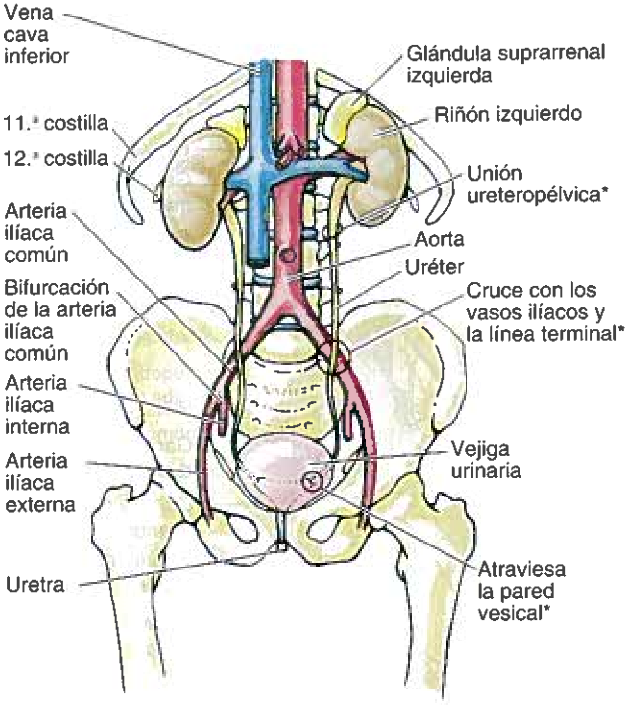
VÍSCERAS PÉLVICAS

Las **vísceras pélvicas** comprenden las porciones inferiores del sistema urinario y del tubo digestivo, y el sistema reproductor. Aunque el colon sigmoide y parte del intestino delgado se extienden por el interior de la cavidad pélvica, son vísceras más abdominales que pélvicas. La vejiga y el recto —auténticas vísceras pélvicas— son continuaciones inferiores de sistemas que se encuentran en el abdomen. A excepción de las características relacionadas con el hecho de que la uretra masculina es compartida por las vías urinarias y reproductivas, y de las relaciones físicas con los respectivos órganos reproductores, existen relativamente pocas diferencias entre los órganos digestivos y urinarios pélvicos masculinos y femeninos.

Órganos del sistema urinario

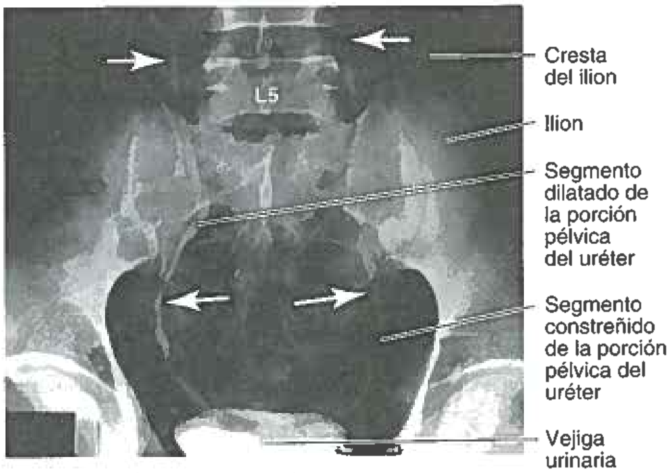
Los órganos pélvicos del sistema urinario (fig. 3-24A) son:

- Porciones pélvicas de los uréteres, que transportan la orina desde los riñones.
- La vejiga urinaria, que almacena la orina temporalmente.
- La uretra, que conduce la orina desde la vejiga urinaria hasta el exterior.


Vena cava inferior
Glándula suprarrenal izquierda
11.ª costilla
Riñón izquierdo
12.ª costilla
Unión ureteropélvica*
Arteria ilíaca común
Aorta
Uréter
Bifurcación de la arteria ilíaca común
Cruce con los vasos ilíacos y la línea terminal*
Arteria ilíaca interna
Vejiga urinaria
Arteria ilíaca externa
Atraviesa la pared vesical*
Uretra

*Puntos normales de estrechamiento relativo de los uréteres

(A) Vista anterior


L5
Cresta del ilion
Ilion
Segmento dilatado de la porción pélvica del uréter
Segmento constreñido de la porción pélvica del uréter
Vejiga urinaria

(B) Proyección anteroposterior

FIGURA 3-24. Vísceras genitourinarias. A. Recorrido de los uréteres, con los puntos de estrechamiento relativo normal. **B.** Urografía intravenosa. Las *flechas* señalan el estrechamiento pasajero de la luz de los uréteres debido a las contracciones peristálticas.

URÉTERES

Los **uréteres** son tubos musculares, de 25-30 cm de largo, que conectan los riñones con la vejiga urinaria. Son retroperitoneales; sus porciones abdominales superiores se han descrito en el capítulo 2. Cuando los uréteres cruzan la bifurcación de las arterias ilíacas comunes o el inicio de la arteria ilíaca externa, pasan sobre la línea terminal, abandonando el abdomen y entrando en la pelvis menor (fig. 3-24A y B). Las porciones pélvicas de los uréteres discurren sobre las paredes laterales de la pelvis, paralelos al borde anterior de la escotadura ciática mayor, entre el peritoneo parietal pélvico y las arterias ilíacas internas. Frente a la espina ciática se incurvan anteromedialmente, superiores al elevador del ano, para penetrar en la vejiga urinaria. Los extremos terminales de los uréteres están rodeados por el **plexo venoso vesical** (v. figura 3-19B y C).

Los uréteres discurren inferomedialmente a través de la pared muscular de la vejiga urinaria en sentido oblicuo, y entran en la superficie externa de la vejiga separados aproximadamente 5 cm, pero sus aberturas internas en la luz de la vejiga vacía sólo están separadas por la mitad de esa distancia. Este recorrido oblicuo a través de la pared de la vejiga urinaria forma una «válvula» unidireccional; la presión interna de la vejiga urinaria llena provoca el colapso del recorrido intramural. Además, las contracciones de la musculatura vesical actúan como un esfínter, impidiendo el reflujo de orina hacia los uréteres cuando se contrae la vejiga, aumentando la presión interna durante la micción. La orina desciende por los uréteres mediante contracciones peristálticas; cada 12-20 s se transportan unas pocas gotas (fig. 3-24B).

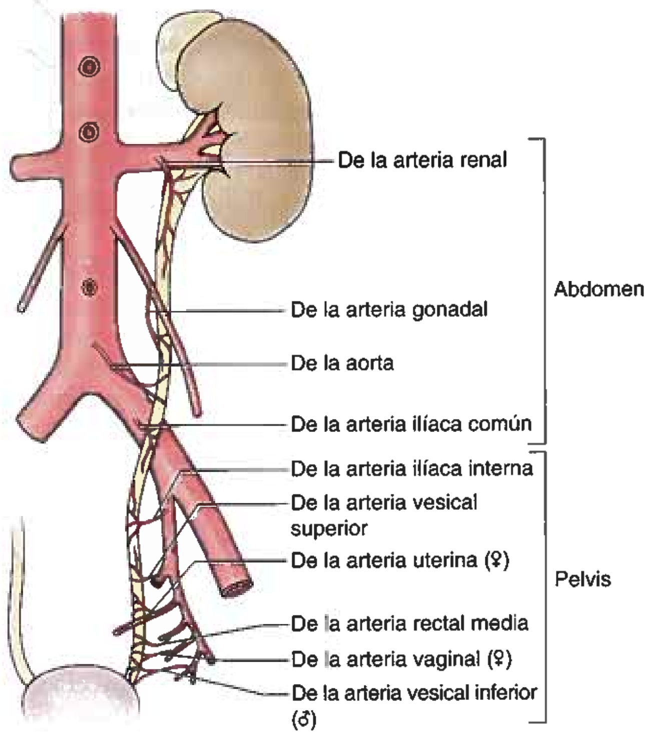
En el hombre, la única estructura que pasa entre el uréter y el peritoneo es el *conducto deferente* (v. fig. 3-34); éste cruza al uréter dentro del pliegue ureteral del peritoneo. El uréter se sitúa posterolateral al conducto deferente, y entra por el ángulo posterosuperior de la vejiga urinaria, justo superior a la vesícula seminal.

En la mujer, el uréter pasa medial al origen de la arteria uterina y continúa hasta el nivel de la espina ciática, donde la arteria uterina lo cruza superiormente (v. el cuadro azul «Lesión yatrógena de los uréteres», p. 361). A continuación, el uréter pasa junto a la parte lateral del fórnix de la vagina y entra por el ángulo posterosuperior de la vejiga urinaria.

Vascularización de la porción pélvica de los uréteres. La *irrigación arterial* de la porción pélvica de los uréteres es variable, por ramas ureterales de las arterias ilíacas común e interna y de la arteria ovárica (fig. 3-25; tabla 3-4). Las ramas ureterales se anastomosan a lo largo del uréter, formando un aporte sanguíneo continuo, que no implica necesariamente unas vías colaterales eficaces. En la mujer, las arterias más constantes que irrigan esta porción de los uréteres son ramas de las *arterias uterinas*. En el hombre, el origen de ramas similares son las *arterias vesicales inferiores*. La vascularización de los uréteres es muy importante para los cirujanos que intervienen esta región (v. el cuadro azul «Afectación yatrógena de la vascularización ureteral», p. 373).

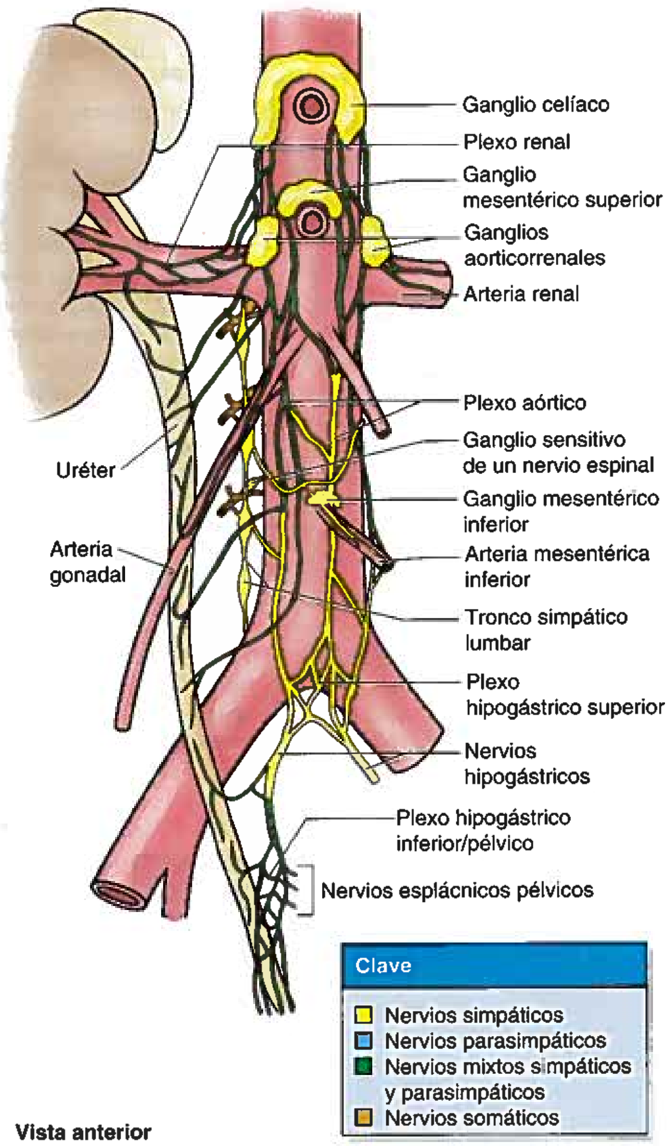
El *drenaje venoso* de las porciones pélvicas de los uréteres acompaña generalmente a las arterias y desemboca en venas que reciben los mismos nombres. Los *vasos linfáticos* se dirigen fundamentalmente a los nódulos linfáticos ilíacos comunes e internos (v. fig. 3-20).

Inervación de los uréteres. Los nervios de los uréteres derivan de plexos autónomos adyacentes (renal, aórtico, hipogástricos superior e inferior). Los uréteres están situados por encima de la línea de dolor de la pelvis y, por tanto, sus fibras aferentes (sensaciones dolorosas) siguen retrógradamente a las fibras simpáticas hasta alcanzar los ganglios sensitivos de los nervios espinales


De la arteria renal
De la arteria gonadal
De la aorta
De la arteria ilíaca común
Abdomen
De la arteria ilíaca interna
De la arteria vesical superior
De la arteria uterina (♀)
De la arteria rectal media
De la arteria vaginal (♀)
De la arteria vesical inferior (♂)
Pelvis

Vista anterior del lado izquierdo

FIGURA 3-25. Vascularización del uréter. Las ramas que irrigan la mitad abdominal del uréter proceden de una dirección medial, mientras que aquellas que irrigan la mitad pélvica lo hacen desde una dirección lateral. Durante la cirugía, siempre que sea posible se evita su manipulación. Cuando es necesario realizar una tracción, ésta se aplicará suavemente y en dirección a su vascularización, para evitar lesionar las pequeñas ramas.


Ganglio celíaco
Plexo renal
Ganglio mesentérico superior
Ganglios aorticorrenales
Arteria renal
Plexo aórtico
Ganglio sensitivo de un nervio espinal
Ganglio mesentérico inferior
Arteria mesentérica inferior
Tronco simpático lumbar
Plexo hipogástrico superior
Nervios hipogástricos
Plexo hipogástrico inferior/pélvico
Nervios esplácnicos pélvicos
Uréter
Arteria gonadal
Clave
🟨 Nervios simpáticos
🟦 Nervios parasimpáticos
🟩 Nervios mixtos simpáticos y parasimpáticos
🟧 Nervios somáticos

Vista anterior

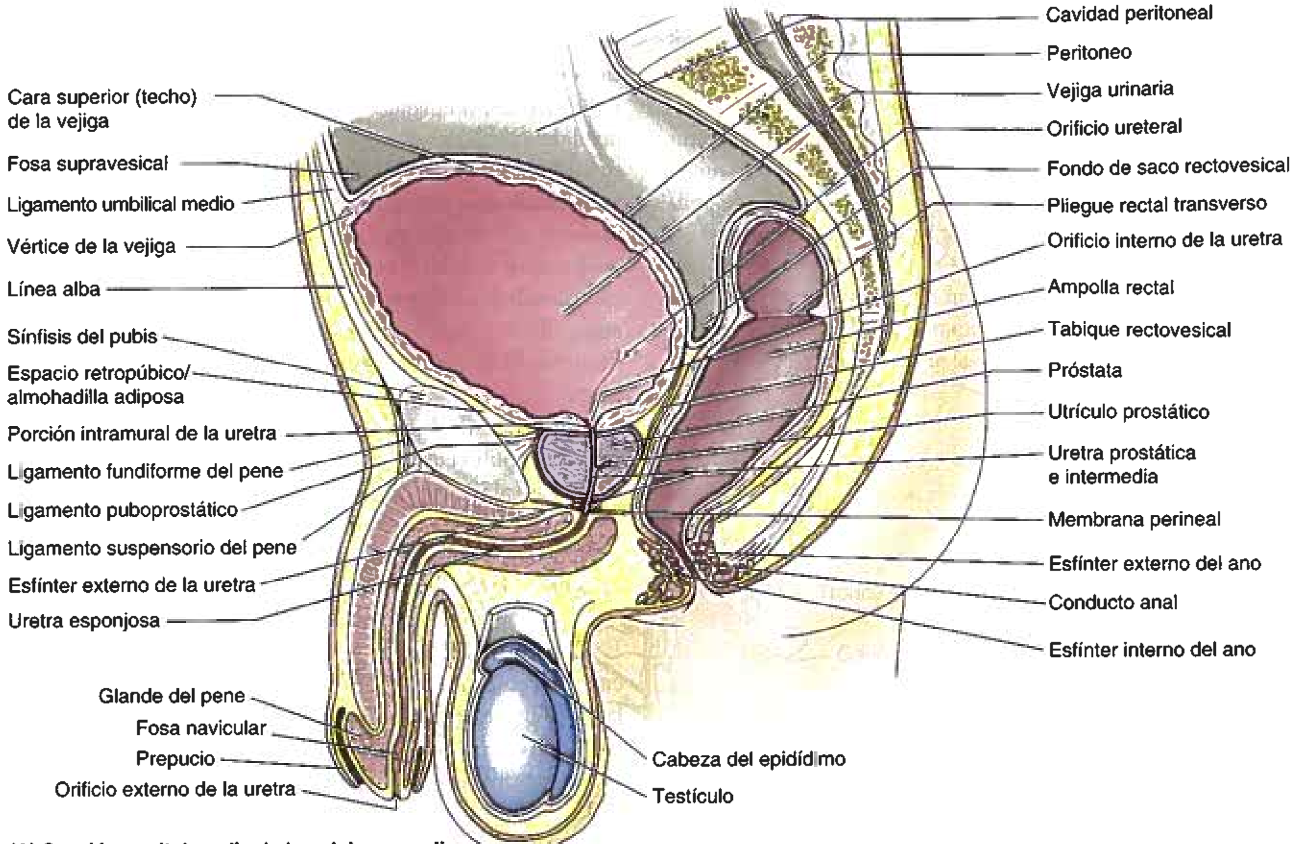
FIGURA 3-26. Inervación de los uréteres. Fibras nerviosas de los plexos renal, aórtico e hipogástricos superior e inferior alcanzan el uréter, transportando fibras aferentes viscerales y simpáticas a los ganglios sensitivos de los nervios espinales y los niveles medulares T10-L1, y fibras parasimpáticas principalmente de los segmentos medulares S2-4.

y segmentos T11-L1 o L2 de la médula espinal (fig. 3-26). El *dolor ureteral* suele referirse al cuadrante inferior homolateral del abdomen, especialmente a la ingle (región inguinal). (V. el cuadro azul «Cálculos ureterales», p. 373.)

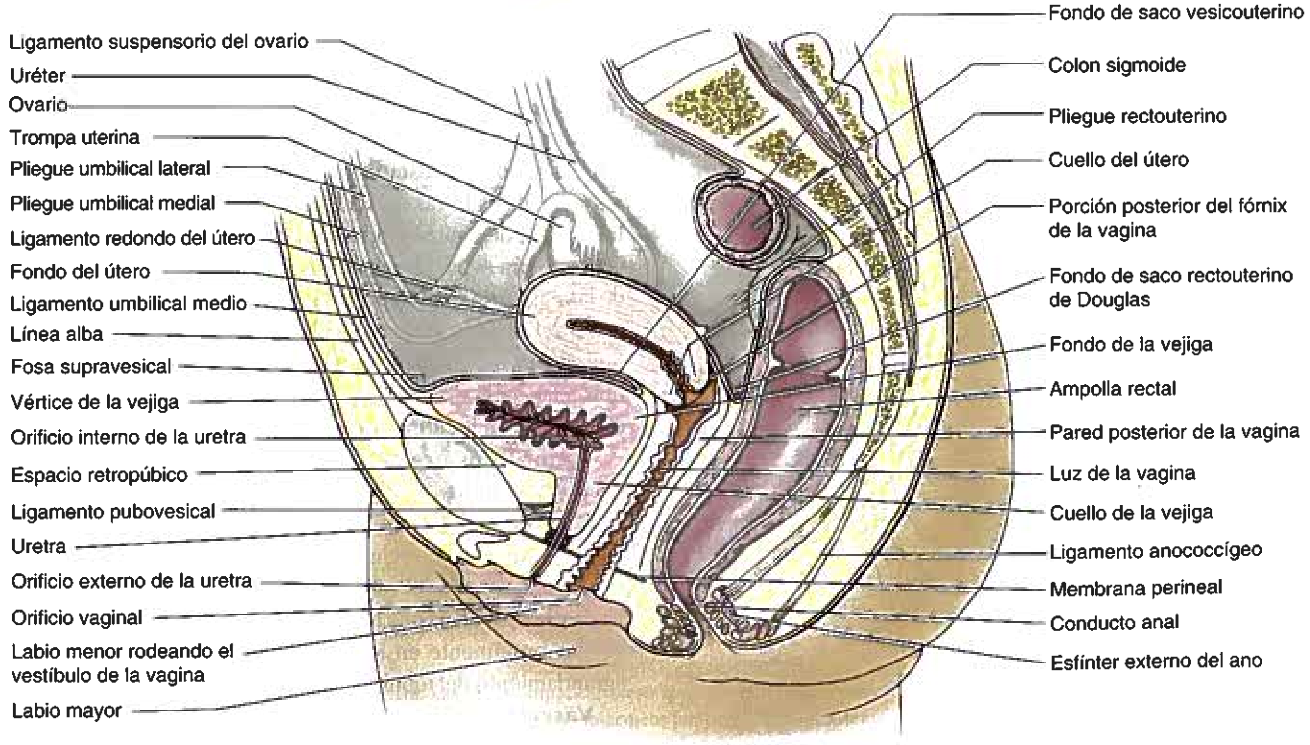
VEJIGA URINARIA

La **vejiga urinaria,** una víscera hueca con fuertes paredes musculares, se caracteriza por su distensibilidad (fig. 3-27A). La vejiga urinaria es un depósito temporal para la orina, y su tamaño, forma, posición y relaciones varían en función de su contenido y del estado de las vísceras vecinas. Se encuentra en la pelvis menor cuando está vacía, posterior y ligeramente superior a ambos pubis (fig. 3-27B). Está separada de estos huesos por el potencial *espacio retropúbico* (de Retzius) y se encuentra inferior al peritoneo, descansando sobre los huesos púbicos y la sínfisis del pubis anteriormente y la próstata (varones) o la pared anterior de la vagina posteriormente (fig. 3-27A y B). La vejiga urinaria está relativamente libre en el tejido adiposo subcutáneo extraperitoneal, excepto por su cuello, que está sujeto firmemente por los *ligamentos laterales de la vejiga* y el *arco tendinoso de la fascia pélvica,* en especial su componente anterior, el *ligamento puboprostático* en el hombre, y el *ligamento pubovesical* en la mujer (figs. 3-14A y 3-27). En ésta, como la cara posterior de la vejiga descansa directamente sobre la pared anterior de la vagina, la inserción lateral de la vagina al arco tendinoso de la fascia pélvica, el *paracolpio,* es un factor indirecto, pero importante, en el sostén de la vejiga urinaria (v. fig. 3-14B; DeLancey, 1992; DeLancey y Aronson, 2004).

En los lactantes y niños pequeños, la vejiga urinaria se encuentra en el abdomen incluso cuando está vacía (fig. 3-28A). Normalmente, la vejiga entra en la pelvis hacia los 6 años de edad; sin embargo, no se sitúa completamente dentro de la pelvis menor hasta pasada la pubertad. En los adultos, la vejiga urinaria vacía se encuentra casi totalmente en la pelvis menor, con su cara superior a nivel del borde superior de la sínfisis del pubis (fig. 3-28B).

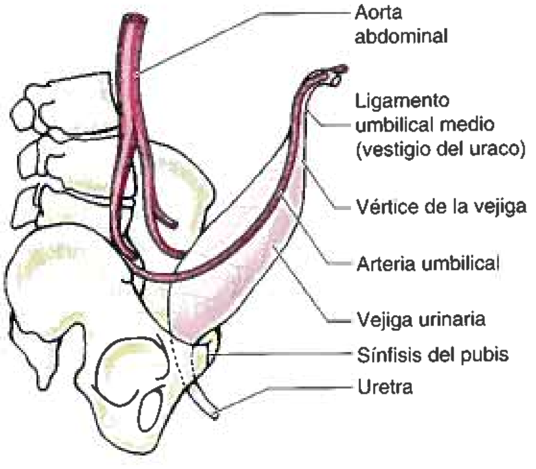

Cara superior (techo) de la vejiga
Fosa supravesical
Ligamento umbilical medio
Vértice de la vejiga
Línea alba
Sínfisis del pubis
Espacio retropúbico/ almohadilla adiposa
Porción intramural de la uretra
Ligamento fundiforme del pene
Ligamento puboprostático
Ligamento suspensorio del pene
Esfínter externo de la uretra
Uretra esponjosa
Glande del pene
Fosa navicular
Prepucio
Orificio externo de la uretra
Cavidad peritoneal
Peritoneo
Vejiga urinaria
Orificio ureteral
Fondo de saco rectovesical
Pliegue rectal transverso
Orificio interno de la uretra
Ampolla rectal
Tabique rectovesical
Próstata
Utrículo prostático
Uretra prostática e intermedia
Membrana perineal
Esfínter externo del ano
Conducto anal
Esfínter interno del ano
Cabeza del epidídimo
Testículo

(A) Sección sagital media de la pelvis masculina

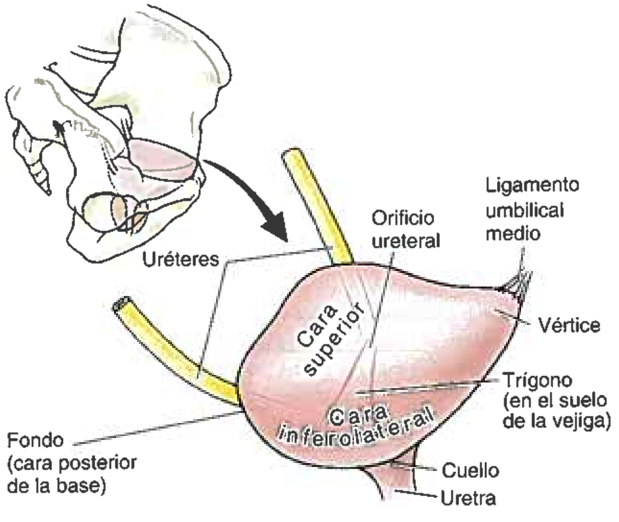

Ligamento suspensorio del ovario
Uréter
Ovario
Trompa uterina
Pliegue umbilical lateral
Pliegue umbilical medial
Ligamento redondo del útero
Fondo del útero
Ligamento umbilical medio
Línea alba
Fosa supravesical
Vértice de la vejiga
Orificio interno de la uretra
Espacio retropúbico
Ligamento pubovesical
Uretra
Orificio externo de la uretra
Orificio vaginal
Labio menor rodeando el vestíbulo de la vagina
Labio mayor
Fondo de saco vesicouterino
Colon sigmoide
Pliegue rectouterino
Cuello del útero
Porción posterior del fórnix de la vagina
Fondo de saco rectouterino de Douglas
Fondo de la vejiga
Ampolla rectal
Pared posterior de la vagina
Luz de la vagina
Cuello de la vejiga
Ligamento anococcígeo
Membrana perineal
Conducto anal
Esfínter externo del ano

(B) Sección sagital media de la pelvis femenina

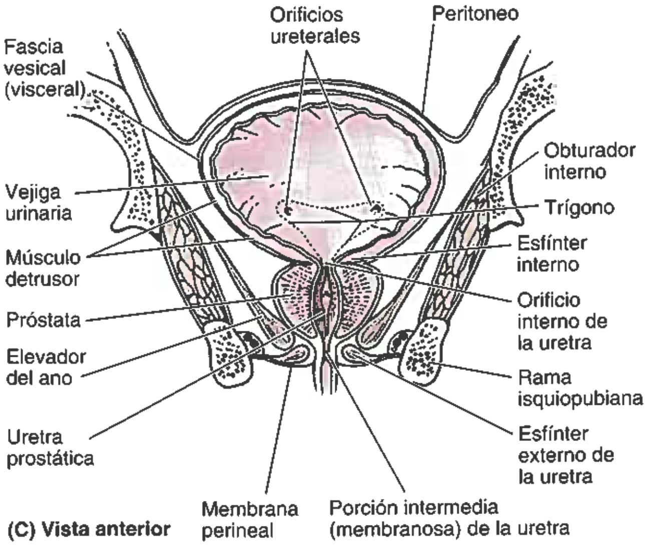
FIGURA 3-27. **Vísceras de las pelvis masculina y femenina. A.** En esta pelvis masculina la vejiga urinaria está distendida, como si estuviese llena. Compárese su relación con la pared anterior del abdomen, la sínfisis del pubis y el nivel de la fosa supravesical, con la de la vejiga no distendida (vacía) de la ilustración **B. B.** En esta pelvis femenina se ha seccionado el útero por su plano sagital medio y se representa como si coincidiese con el plano medio del cuerpo, algo que rara vez ocurre. Con la vejiga vacía, la disposición normal del útero que se muestra en la ilustración —doblado sobre sí mismo (en anteflexión) en la unión entre el cuerpo y el cuello, e inclinado anteriormente (en anteversión)— hace que el peso del útero sea sostenido principalmente por la vejiga. La uretra se sitúa anterior y paralela a la mitad inferior de la vagina.


Aorta abdominal
Ligamento umbilical medio (vestigio del uraco)
Vértice de la vejiga
Arteria umbilical
Vejiga urinaria
Sínfisis del pubis
Uretra

(A) Vista lateral derecha


Ligamento umbilical medio
Orificio ureteral
Uréteres
Cara superior
Vértice
Trígono (en el suelo de la vejiga)
Cara inferolateral
Fondo (cara posterior de la base)
Cuello
Uretra

(B) Vista lateral


Orificios ureterales
Peritoneo
Fascia vesical (visceral)
Obturador interno
Vejiga urinaria
Trígono
Músculo detrusor
Esfínter interno
Próstata
Orificio interno de la uretra
Elevador del ano
Rama isquiopubiana
Uretra prostática
Esfínter externo de la uretra
Membrana perineal
Porción intermedia (membranosa) de la uretra

(C) Vista anterior

FIGURA 3-28. Vejiga urinaria y uretra prostática. A. La vejiga del lactante se sitúa casi completamente en la cavidad abdominal. **B.** Vejiga y próstata del adulto; se muestra su localización pélvica y las caras de la vejiga. **C.** Sección coronal de la vejiga urinaria y la próstata por el plano de la uretra prostática.

A medida que la vejiga urinaria se llena, asciende superiormente hacia el interior del tejido graso extraperitoneal de la pared anterior del abdomen y entra en la pelvis mayor (fig. 3-27A). En algunas personas, una vejiga urinaria llena puede ascender hasta el nivel del ombligo.

Al final de la micción, la vejiga de un adulto normal no contiene prácticamente nada de orina. Cuando la vejiga urinaria está vacía es algo tetraédrica (fig. 3-28B), y externamente presenta cuatro partes: vértice, cuerpo, fondo y cuello. Las cuatro superficies o caras (una superior, dos inferolaterales y una posterior) se aprecian mejor al observar una vejiga vacía y contraída extraída de un cadáver, cuando la vejiga tiene más bien un aspecto de barca.

El **vértice de la vejiga** apunta hacia el borde superior de la sínfisis del pubis cuando la vejiga está vacía. El **fondo de la vejiga** es opuesto al vértice y está formado por la pared posterior, ligeramente convexa. El **cuerpo de la vejiga** es la parte más grande, y se encuentra entre el vértice y el fondo. El **cuello de la vejiga** es donde convergen inferiormente el fondo y las *caras inferolaterales*.

El **lecho vesical** está formado por las estructuras que se encuentran en contacto directo con la vejiga. A cada lado, el pubis y la fascia que cubre los músculos obturador interno y elevador del ano están en contacto con las caras inferolaterales de la vejiga (figura 3-28C). Sólo la cara superior está cubierta por peritoneo. Por lo tanto, en el hombre, el fondo está separado centralmente del recto sólo por el tabique fascial rectovesical y lateralmente por las vesículas seminales y las ampollas del conducto deferente (fig. 3-27A). En la mujer, el fondo está estrechamente relacionado con la pared anterior de la vagina (fig. 3-27B). La vejiga urinaria está envuelta por una fascia visceral de tejido conectivo laxo.

Las paredes de la vejiga urinaria están compuestas, fundamentalmente, por el **músculo detrusor.** Hacia el cuello de la vejiga masculina, sus fibras musculares forman el **esfínter interno de la uretra,** de contracción involuntaria. Al eyacular, el esfínter se contrae para evitar la *eyaculación retrógrada* de semen al interior de la vejiga urinaria. Algunas fibras discurren radialmente y ayudan a abrir el **orificio interno de la uretra.** En el hombre, las fibras musculares del cuello de la vejiga se continúan con el tejido fibromuscular de la próstata, mientras que en la mujer estas fibras se continúan con las fibras musculares de la pared de la uretra.

Los **orificios ureterales** y el orificio interno de la uretra se encuentran en los ángulos del **trígono vesical** (fig. 3-28C). Los orificios ureterales están rodeados por asas de la musculatura del detrusor, que se estrechan cuando se contrae la vejiga urinaria, para ayudar a evitar el reflujo de orina hacia el interior del uréter. La **úvula vesical** es una ligera elevación del trígono; normalmente es más prominente en los varones de edad avanzada, debido al agrandamiento del lóbulo posterior de la próstata (v. fig. 3-30A).

Vascularización de la vejiga urinaria. Las arterias principales que irrigan la vejiga urinaria son ramas de las arterias ilíacas internas (v. tabla 3-4). Las *arterias vesicales superiores* irrigan las porciones anterosuperiores de la vejiga. En el varón, el fondo y el cuello de la vejiga están irrigados por las *arterias vesicales inferiores*. En la mujer, las arterias vesicales inferiores son sustituidas por las *arterias vaginales*, que envían pequeñas ramas a las porciones posteroinferiores de la vejiga (v. fig. 3-17B). Las arterias obturatriz y glútea inferior también proporcionan pequeñas ramas a la vejiga urinaria.

Los nombres de las venas que drenan la vejiga se corresponden con los de las arterias, y son tributarias de las venas ilíacas internas. En el hombre, el *plexo venoso vesical* se continúa con el *plexo venoso prostático* (fig. 3-19C), y el plexo combinado envuelve el fondo de la vejiga y la próstata, las vesículas seminales, los conductos deferentes y los extremos inferiores de los uréteres. También recibe sangre de la vena dorsal profunda del pene, que drena en el plexo venoso prostático. El *plexo venoso vesical* es la parte del plexo combinado que se asocia más directamente con la propia vejiga. Drena, principalmente, a través de las venas vesicales inferiores en las venas ilíacas internas; sin embargo, puede drenar, a través de las venas sacras, en los *plexos venosos vertebrales internos*. En la mujer, el plexo venoso vesical envuelve la porción pélvica de la uretra y el cuello de la vejiga, recibe sangre de la *vena dorsal del clítoris* y se comunica con el *plexo venoso vaginal o uterovaginal* (fig. 3-19B).

Inervación de la vejiga. Las *fibras simpáticas* para la vejiga urinaria son conducidas desde los niveles torácicos inferiores y lumbares superiores de la médula espinal hacia los plexos vesicales (pélvicos), principalmente a través de los plexos y nervios hipogástricos, mientras que las fibras parasimpáticas procedentes

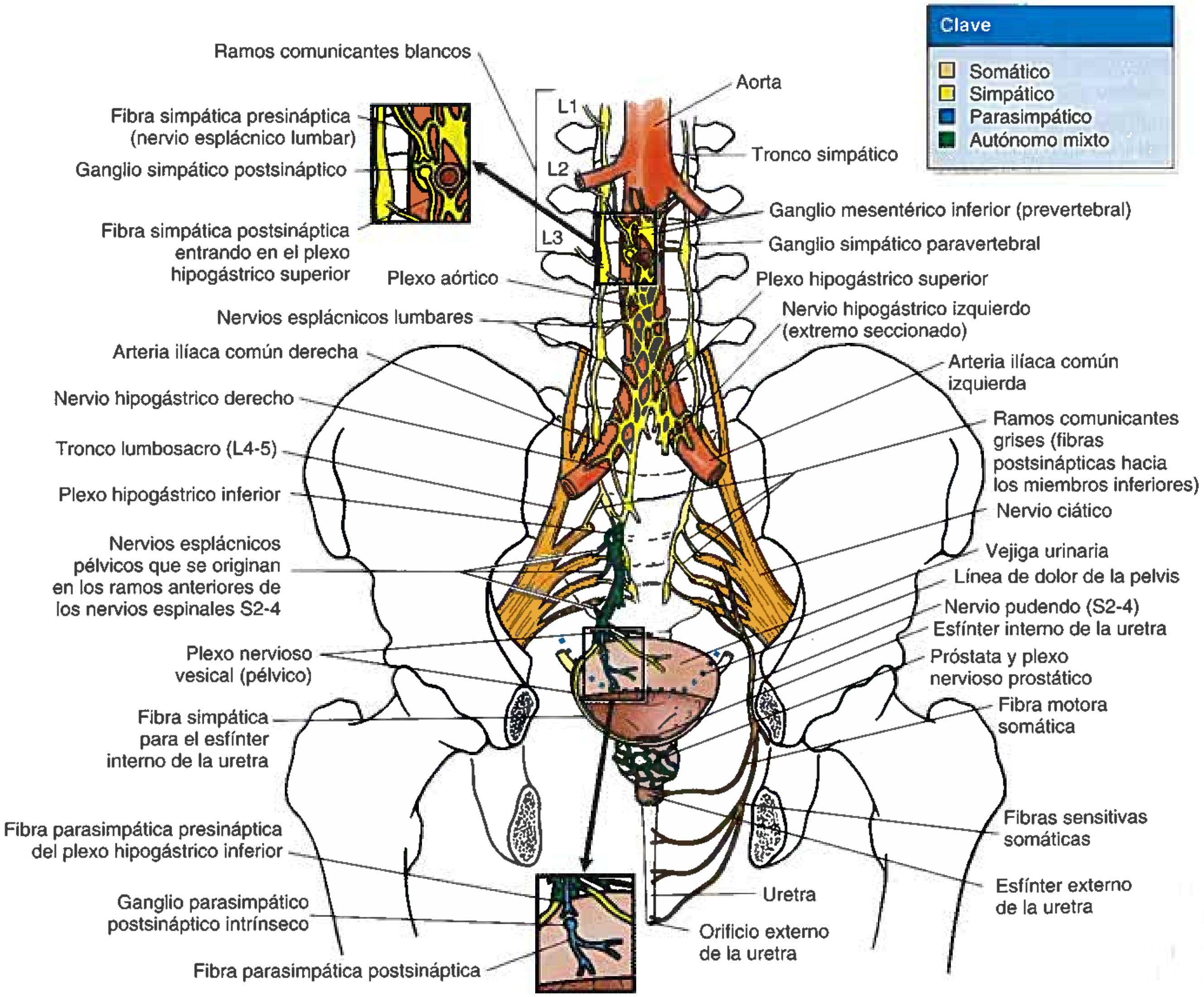

Clave
☐ Somático
🟨 Simpático
🟦 Parasimpático
🟩 Autónomo mixto
Ramos comunicantes blancos
Fibra simpática presináptica (nervio esplácnico lumbar)
Ganglio simpático postsináptico
Fibra simpática postsináptica entrando en el plexo hipogástrico superior
Plexo aórtico
Nervios esplácnicos lumbares
Arteria ilíaca común derecha
Nervio hipogástrico derecho
Tronco lumbosacro (L4-5)
Plexo hipogástrico inferior
Nervios esplácnicos pélvicos que se originan en los ramos anteriores de los nervios espinales S2-4
Plexo nervioso vesical (pélvico)
Fibra simpática para el esfínter interno de la uretra
Fibra parasimpática presináptica del plexo hipogástrico inferior
Ganglio parasimpático postsináptico intrínseco
Fibra parasimpática postsináptica
L1
L2
L3
Aorta
Tronco simpático
Ganglio mesentérico inferior (prevertebral)
Ganglio simpático paravertebral
Plexo hipogástrico superior
Nervio hipogástrico izquierdo (extremo seccionado)
Arteria ilíaca común izquierda
Ramos comunicantes grises (fibras postsinápticas hacia los miembros inferiores)
Nervio ciático
Vejiga urinaria
Línea de dolor de la pelvis
Nervio pudendo (S2-4)
Esfínter interno de la uretra
Próstata y plexo nervioso prostático
Fibra motora somática
Fibras sensitivas somáticas
Esfínter externo de la uretra
Uretra
Orificio externo de la uretra

FIGURA 3-29. Inervación de la vejiga y de la uretra. Las fibras simpáticas presinápticas de los niveles medulares T11-L2 o L3 que participan en la inervación de la vejiga, la próstata y la uretra proximal viajan a través de los nervios esplácnicos lumbares hasta el sistema de plexos aórtico/hipogástrico, estableciendo sinapsis en los plexos en su camino hacia las vísceras pélvicas. Las fibras parasimpáticas presinápticas para la vejiga se originan en las neuronas de los segmentos medulares S2-4 y pasan desde los ramos anteriores de los nervios espinales S2-4, a través de los nervios esplácnicos pélvicos y de los plexos hipogástrico inferior y vesical (pélvico), hasta la vejiga. Hacen sinapsis con neuronas postsinápticas situadas en la pared de la vejiga o cerca de ella. Las fibras aferentes viscerales que conducen información refleja e impulsos dolorosos desde las vísceras subperitoneales (inferiores a la línea de dolor de la pelvis) siguen retrógradamente las fibras parasimpáticas hasta los ganglios espinales S2-4, mientras que las que conducen sensaciones dolorosas desde el techo de la vejiga (superior a la línea de dolor de la pelvis) siguen retrógradamente las fibras simpáticas hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales T11-L2 o L3. El tronco simpático pélvico (sacro) inerva fundamentalmente el miembro inferior. Los nervios somáticos que se muestran en la ilustración se distribuyen por el periné.

de los niveles sacros de la médula espinal son conducidas por los nervios esplácnicos pélvicos y los plexos hipogástricos inferiores (fig. 3-29). Las *fibras parasimpáticas* son motoras para el músculo detrusor de la pared vesical, e inhibidoras para el esfínter interno de la uretra del varón. Por ello, cuando las fibras aferentes viscerales se estimulan por estiramiento, la vejiga se contrae de forma refleja, el esfínter interno se relaja (en el varón) y la orina fluye hacia el interior de la uretra. El adulto suprime este reflejo hasta que tiene oportunidad de orinar. La inervación simpática que estimula la eyaculación provoca, simultáneamente, la contracción del esfínter interno de la uretra para evitar el reflujo de semen al interior de la vejiga. Una respuesta simpática no relacionada con la eyaculación (p. ej., la sensación de pudor cuando se está de pie ante el urinario con gente esperando) puede hacer que el esfínter interno se contraiga, interfiriendo con la capacidad para orinar hasta que tenga lugar la inhibición parasimpática del esfínter.

Las *fibras sensitivas* de la mayor parte de la vejiga urinaria son viscerales; las aferencias reflejas y dolorosas (p. ej., por distensión excesiva) de la porción inferior de la vejiga siguen el trayecto de las fibras parasimpáticas. La cara superior de la vejiga está cubierta por peritoneo y se encuentra, por tanto, por encima de la línea de dolor; así, las fibras para el dolor de la porción superior de la vejiga urinaria siguen el curso de las fibras simpáticas de forma retrógrada hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales torácicos inferiores y lumbares superiores (T11-L2 o L3).

URETRA MASCULINA PROXIMAL (PÉLVICA)

La **uretra masculina** es un tubo muscular (18-22 cm de largo) que conduce la orina desde el *orificio interno de la uretra* de la vejiga urinaria hasta el *orificio externo de la uretra* en el extremo del glande del pene (fig. 3-27A). La uretra también proporciona una salida para el semen (espermatozoides y secreciones glandulares). Con fines descriptivos, la uretra se divide en cuatro porciones, que se muestran en las figuras 3-27A y 3-30, y se describen en la tabla 3-6. La *porción intermedia* distal y la *uretra esponjosa* se describirán con más detalle junto al periné (más adelante en este capítulo).

La **porción intramural (preprostática) de la uretra** tiene un diámetro y una longitud variables, dependiendo de si la vejiga se está llenando (el cuello vesical está contraído tónicamente, de modo que el orificio interno de la uretra es pequeño y se encuentra alto; *orificio interno de la uretra en llenado*) o vaciando (el cuello está relajado, por lo que el orificio es ancho y bajo; *orificio interno de la uretra en vaciado*). La característica más destacada de la **uretra prostática** es la **cresta uretral**, una cresta media entre surcos bilaterales, los **senos prostáticos** (fig. 3-30). Los **conductos prostáticos** secretores desembocan en los senos prostáticos. El **colículo seminal** es una eminencia redondeada en el centro de la cresta uretral con un orificio en ojal que se abre en un pequeño fondo de saco, el **utrículo prostático**. El utrículo prostático es el vestigio del conducto uterovaginal embrionario, cuyas paredes circundantes constituyen, en la mujer, el primordio del útero y de la vagina. Los *conductos eyaculadores* desembocan en la uretra prostática a través de diminutas aberturas longitudinales situadas adyacentes y, ocasionalmente justo en el orificio del utrículo de la próstata. Así, en este punto se unen las vías urinarias y reproductoras.

Vascularización de la uretra masculina proximal. Las porciones intramural y prostática de la uretra están irrigadas por las *ramas prostáticas de las arterias vesical inferior* y *rectal media* (v. figs. 3-15 a 3-17A). Las venas de las dos porciones proximales de la uretra drenan en el *plexo venoso prostático* (v. fig. 3-19C).

Inervación de la uretra masculina proximal. Los nervios de la uretra masculina derivan del **plexo nervioso prostático** (fibras simpáticas, parasimpáticas y aferentes viscerales; fig. 3-29). Este plexo es uno de los plexos pélvicos (una extensión inferior del plexo vesical), que se origina como una extensión específica de órgano del plexo hipogástrico inferior.

URETRA FEMENINA

La corta (aproximadamente 4 cm de longitud y 6 mm de diámetro) **uretra femenina** discurre anteroinferiormente, desde el *orificio interno de la uretra* de la vejiga urinaria (v. fig. 3-27B), posterior y luego inferior a la sínfisis del pubis, hasta el *orificio externo de la uretra*. La musculatura que rodea el orificio interno de la uretra de la vejiga femenina no está organizada en un esfínter interno. En la mujer, el **orifico externo de la uretra** se localiza en el *vestíbulo*, la hendidura entre los labios menores de los genitales externos, directamente anterior al *orificio vaginal*. La uretra se sitúa anterior a la vagina (formando una elevación en la pared anterior de la vagina) (v. fig. 3-27C) y su eje es paralelo al de ésta. La uretra pasa con la vagina a través del diafragma pélvico, el esfínter externo de la uretra y la membrana perineal.

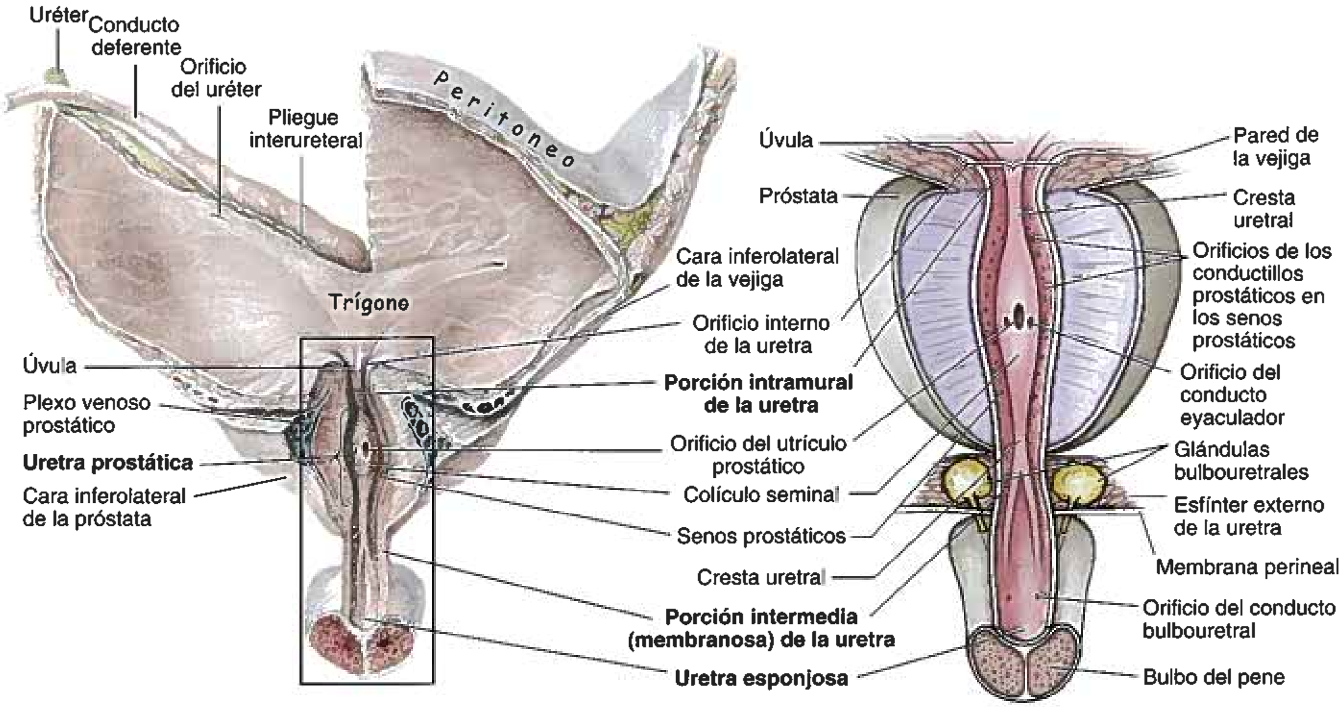
Hay glándulas uretrales, sobre todo en su parte superior. Un grupo de glándulas situadas a cada lado, las *glándulas parauretrales*, son homólogas de la próstata. Estas glándulas tienen un conducto parauretral común, que se abre (uno a cada lado) junto al orificio externo de la uretra. La mitad inferior de la uretra está en el periné, y se comenta en esa sección.

Vascularización de la uretra femenina. La sangre llega a la uretra por las *arterias pudenda interna* y *vaginal* (v. figs. 3-16, 3-17B y 3-18). Las venas acompañan a las arterias y reciben los mismos nombres (v. fig. 3-19B).

Inervación de la uretra femenina. Los nervios de la uretra se originan en el *plexo nervioso vesical* y el *nervio pudendo*. El patrón es similar al del varón (fig. 3-29), dada la ausencia de un plexo prostático y un esfínter interno de la uretra. Las aferencias viscerales desde la mayor parte de la uretra discurren en nervios esplácnicos pélvicos, aunque la terminación recibe aferencias somáticas del nervio pudendo. Tanto las fibras aferentes viscerales como las somáticas proceden de cuerpos celulares en los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4.

Recto

El **recto** es la porción pélvica del tubo digestivo que se continúa, proximalmente, con el colon sigmoide (fig. 3-31), y distalmente con el conducto anal. La **unión rectosigmoidea** se sitúa anterior a la vértebra S3. En este punto, las tenias del colon sigmoide se disper-


Uréter
Conducto deferente
Orificio del uréter
Pliegue interureteral
Peritoneo
Trígono
Úvula
Plexo venoso prostático
Uretra prostática
Cara inferolateral de la próstata
Cara inferolateral de la vejiga
Orificio interno de la uretra
Porción intramural de la uretra
Orificio del utrículo prostático
Colículo seminal
Senos prostáticos
Cresta uretral
Porción intermedia (membranosa) de la uretra
Uretra esponjosa
Úvula
Próstata
Pared de la vejiga
Cresta uretral
Orificios de los conductillos prostáticos en los senos prostáticos
Orificio del conducto eyaculador
Glándulas bulbouretrales
Esfínter externo de la uretra
Membrana perineal
Orificio del conducto bulbouretral
Bulbo del pene

(A) Vista anterior

(B) Ampliación esquemática del cuadro de (A)

FIGURA 3-30. Interior de la vejiga y la uretra masculinas. A. Se han eliminado las porciones anteriores de la vejiga, la próstata y la uretra. Se ha eliminado una parte de la pared posterior de la vejiga para mostrar la porción intramural del uréter y el conducto deferente posterior a la vejiga. El pliegue interureteral discurre entre las desembocaduras de los uréteres en la luz de la vejiga, señalando el límite superior del trígono vesical. La prominencia de la pared posterior del orificio interno de la uretra (en el extremo de la línea directriz que señala este orificio) se convierte, cuando está exagerada, en la úvula de la vejiga. Esta pequeña proyección está producida por el lóbulo medio de la próstata. La fascia prostática envuelve los plexos venosos prostáticos. **B.** Ampliación del recuadro en **A** que muestra las glándulas bulbouretrales embebidas en el espesor del esfínter externo de la uretra.

TABLA 3-6. PORCIONES DE LA URETRA MASCULINA

Porción	Longitud[a]	Localización/Disposición	Características
Intramural (preprostática)	0,5-1,5 cm	Se extiende casi vertical a través del cuello de la vejiga	Rodeada por el esfínter interno de la uretra; el diámetro y la longitud varían, dependiendo de si la vejiga urinaria está llena o vacía
Prostática	3,0-4,0 cm	Desciende a través de la porción anterior de la próstata, formando una ligera curva, cóncava anteriormente; está rodeada anteriormente por la porción vertical, semejante a un canal (rabdoesfínter) del esfínter externo de la uretra	Porción más ancha y dilatable; muestra una cresta uretral con el colículo seminal, flanqueada por los senos prostáticos en los cuales desembocan los conductillos prostáticos; los conductos eyaculadores desembocan en el colículo; los tractos urinario y reproductor se fusionan en esta porción
Intermedia (membranosa)	1,0-1,5 cm	Pasa a través del espacio perineal profundo, rodeada por fibras circulares del esfínter externo de la uretra; atraviesa la membrana perineal	Parte más estrecha y menos distensible (excepto en el orificio externo de la uretra)
Esponjosa	≈ 15 cm	Discurre a través del cuerpo esponjoso; aparece un ensanchamiento inicial en el bulbo del pene; se ensancha de nuevo distalmente, como fosa navicular (en el glande del pene)	Porción más larga y móvil; en la porción del bulbo desembocan las glándulas bulbouretrales; distalmente, desembocan glándulas uretrales en pequeñas lagunas uretrales que entran en la luz de esta porción

[a] Las longitudes se indican a efectos comparativos; los estudiantes no deben memorizarlas.

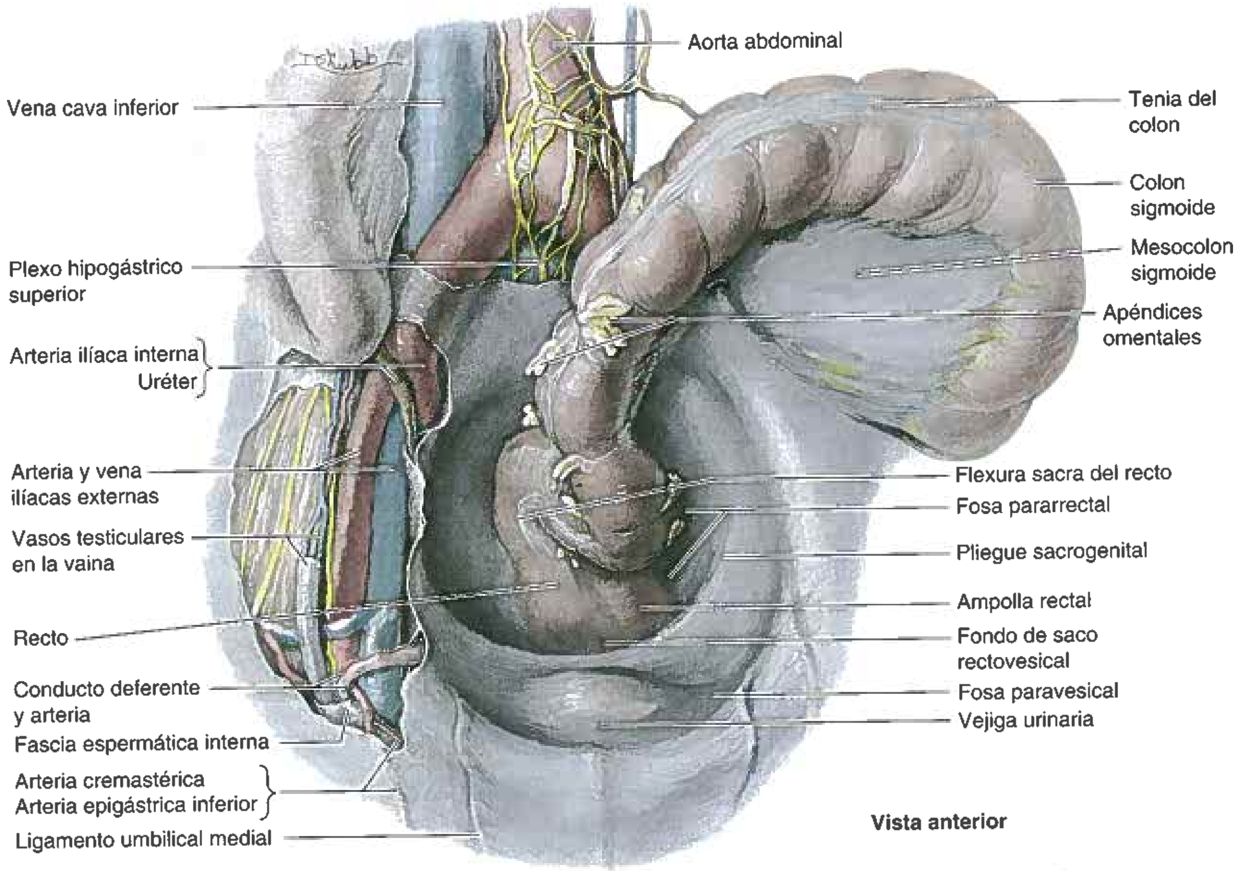

Aorta abdominal
Vena cava inferior
Tenia del colon
Colon sigmoide
Mesocolon sigmoide
Plexo hipogástrico superior
Apéndices omentales
Arteria ilíaca interna
Uréter
Arteria y vena ilíacas externas
Flexura sacra del recto
Fosa pararrectal
Vasos testiculares en la vaina
Pliegue sacrogenital
Ampolla rectal
Recto
Fondo de saco rectovesical
Conducto deferente y arteria
Fosa paravesical
Vejiga urinaria
Fascia espermática interna
Arteria cremastérica
Arteria epigástrica inferior
Ligamento umbilical medial
Vista anterior

FIGURA 3-31. Colon sigmoide entrando en la pelvis menor y convirtiéndose en el recto. El colon sigmoide es intraperitoneal y está suspendido por el mesocolon sigmoide, pero el recto, a medida que desciende, pasa a ser retroperitoneal y luego subperitoneal. Se ha eliminado el peritoneo superiormente al promontorio del sacro y la fosa ilíaca derecha, revelando el plexo hipogástrico superior situado en la bifurcación de la aorta abdominal, y la arteria ilíaca interna, el uréter y el conducto deferente cruzando la línea terminal para entrar en la pelvis menor.

san y forman una capa longitudinal externa continua de músculo liso, y desaparecen los apéndices omentales grasos.

El término «recto» se acuñó en estudios antiguos en animales para describir la parte distal del colon; sin embargo, el recto humano se caracteriza por diversas flexuras. El recto sigue la curvatura del sacro y el cóccix, y forma la **flexura sacra del recto.** El recto termina anteroinferiormente el vértice del cóccix, inmediatamente antes de dar un brusco giro posteroinferior (la **flexura** [ángulo] **anorrectal del conducto anal**) que se produce cuando el intestino atraviesa el diafragma de la pelvis (elevador del ano). El ángulo de aproximadamente 80° que forma la flexura anorrectal es un mecanismo importante para la continencia fecal; se mantiene durante la situación de reposo por el tono del músculo puborrectal y por su contracción activa durante las contracciones peristálticas, si no se produce la defecación. El recto tiene forma de S en la vista lateral, con las flexuras de la unión rectosigmoidea superiormente y la unión anorrectal inferiormente.

Cuando el recto se observa anteriormente, se aprecian tres **flexuras laterales del recto** bien marcadas (**superior** e **inferior** en el lado derecho, e **intermedia** en el lado izquierdo) (fig. 3-32). Las flexuras se forman en relación con tres pliegues internos (**pliegues transversos del recto):** dos en el lado izquierdo y uno en el lado derecho. Los pliegues descansan sobre porciones engrosadas de la capa muscular circular de la pared rectal. La porción terminal dilatada del recto, situada directamente superior y sostenida por el diafragma pélvico (elevador del ano) y el ligamento anococcígeo, es la **ampolla del recto** (figs. 3-27, 3-31 y 3-32). La ampolla recibe y retiene la masa fecal que se va acumulando hasta que sea expulsada con la defecación. La capacidad de la ampolla para relajarse y acomodar la llegada inicial y las llegadas posteriores de materia fecal constituye otro elemento esencial para el mantenimiento de la continencia fecal.

El peritoneo cubre las caras anterior y laterales del tercio superior del recto, sólo la cara anterior del tercio medio y ninguna superficie del tercio inferior, porque es subperitoneal (v. tabla 3-3). En el hombre, el peritoneo se refleja desde el recto hacia la pared posterior de la vejiga urinaria, donde forma el suelo del *fondo de saco rectovesical*. En la mujer, el peritoneo se refleja desde el recto hacia la porción posterior del fórnix de la vagina, donde forma el suelo del *fondo de saco rectouterino*. En ambos sexos, las reflexiones laterales del peritoneo desde el tercio superior del recto forman las *fosas pararrectales* (fig. 3-31), que permiten que el recto se distienda cuando se llena de heces.

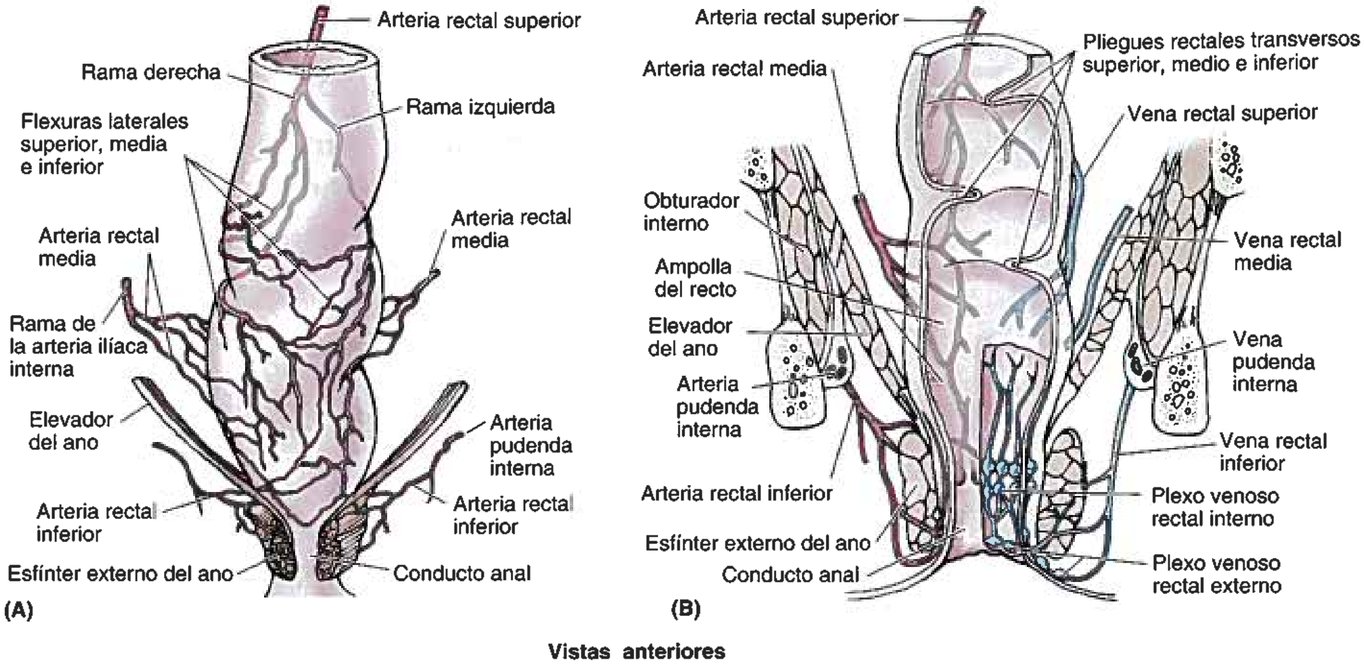

Arteria rectal superior
Rama derecha
Rama izquierda
Flexuras laterales superior, media e inferior
Arteria rectal media
Arteria rectal media
Rama de la arteria ilíaca interna
Elevador del ano
Arteria pudenda interna
Arteria rectal inferior
Arteria rectal inferior
Esfínter externo del ano
Conducto anal
(A)
Arteria rectal superior
Pliegues rectales transversos superior, medio e inferior
Arteria rectal media
Vena rectal superior
Obturador interno
Ampolla del recto
Vena rectal media
Elevador del ano
Vena pudenda interna
Arteria pudenda interna
Vena rectal inferior
Arteria rectal inferior
Plexo venoso rectal interno
Esfínter externo del ano
Conducto anal
Plexo venoso rectal externo
(B)
Vistas anteriores

FIGURA 3-32. Arterias y venas del recto y del conducto anal. A. A pesar de su nombre, las arterias rectales inferiores, que son ramas de las arterias pudendas internas, irrigan principalmente el conducto anal. Las tres flexuras laterales agudas del recto reflejan la forma en que la luz discurre entre los pliegues rectales transversos (mostrados en la parte **B**) en la cara interna. **B.** Sección coronal del recto y el conducto anal que muestra la irrigación arterial y el drenaje venoso. Los plexos venosos rectales interno y externo se relacionan fundamentalmente con el conducto anal. Las flexuras y los pliegues rectales transversos ayudan a sostener el peso de las heces.

El recto descansa posteriormente sobre las tres vértebras sacras inferiores y el cóccix, el cuerpo o ligamento anococcígeo, los vasos sacros medios y los extremos inferiores de los troncos simpáticos y los plexos sacros. En el hombre, el recto se relaciona anteriormente con el fondo de la vejiga urinaria, las porciones terminales de los uréteres, los conductos deferentes, las vesículas seminales y la próstata (v. figs. 3-13D y 3-27A). El *tabique rectovesical* se sitúa entre el fondo de la vejiga urinaria y la ampolla del recto, y está estrechamente relacionado con las vesículas seminales y la próstata. En la mujer, el recto se relaciona anteriormente con la vagina, y está separado de la porción posterior del fórnix y del cuello uterino por el *fondo de saco rectouterino* (v. figs. 3-13D y 3-27B). Inferior a este fondo de saco, el débil tabique rectovaginal separa la mitad superior de la pared posterior de la vagina del recto.

VASCULARIZACIÓN DEL RECTO

La continuación de la arteria mesentérica inferior, la *arteria rectal superior*, irriga la porción proximal del recto (fig. 3-32). Las *arterias rectales medias* derecha e izquierda, que suelen originarse de las divisiones anteriores de las arterias ilíacas internas en la pelvis, irrigan las porciones media e inferior del recto. Las **arterias rectales inferiores,** que se originan en las arterias pudendas internas en el periné, irrigan la unión anorrectal y el conducto anal. Las anastomosis entre las arterias rectales superiores e inferiores pueden proporcionar una posible circulación colateral, aunque las anastomosis con las arterias rectales medias son escasas.

La sangre del recto drena a través de las *venas rectales superior, medias* e *inferiores* (fig. 3-32B). Se producen anastomosis entre las venas portales y sistémicas en la pared del conducto anal. Como la vena rectal superior drena en el sistema de la vena porta hepática, y las venas rectales medias e inferiores drenan en la circulación sistémica, esta comunicación es un área clínicamente importante de la anastomosis portocava (v. fig. 2-75A). El plexo venoso rectal submucoso rodea el recto y comunica con el plexo venoso vesical en el hombre y con el plexo venoso uterovaginal en la mujer. El **plexo venoso rectal** consta de dos porciones (figura 3-32B): el **plexo venoso rectal interno,** profundo a la mucosa de la unión anorrectal, y el **plexo venoso rectal externo,** externo a la pared muscular del recto. Aunque estos plexos se denominan *rectales*, son principalmente «anales» por su localización, función y relevancia clínica (v. «Drenaje venoso y linfático del conducto anal», p. 413).

INERVACIÓN DEL RECTO

El recto está inervado por los sistemas simpático y parasimpático (fig. 3-33). La *inervación simpática* procede de la médula espinal lumbar, a través de los nervios esplácnicos lumbares y los plexos hipogástricos (pélvicos), y a través de plexos periarteriales de la arteria mesentérica inferior y las arterias rectales superiores. La *inervación parasimpática* procede de los niveles S2-4 de la médula espinal, y discurre por los nervios esplácnicos pélvicos y los plexos hipogástricos inferiores derecho e izquierdo, hasta el plexo rectal (pélvico). Como el recto es inferior (distal) a la línea de dolor de la pelvis, todas las fibras aferentes viscerales siguen a las fibras parasimpáticas, retrógradamente, hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4.

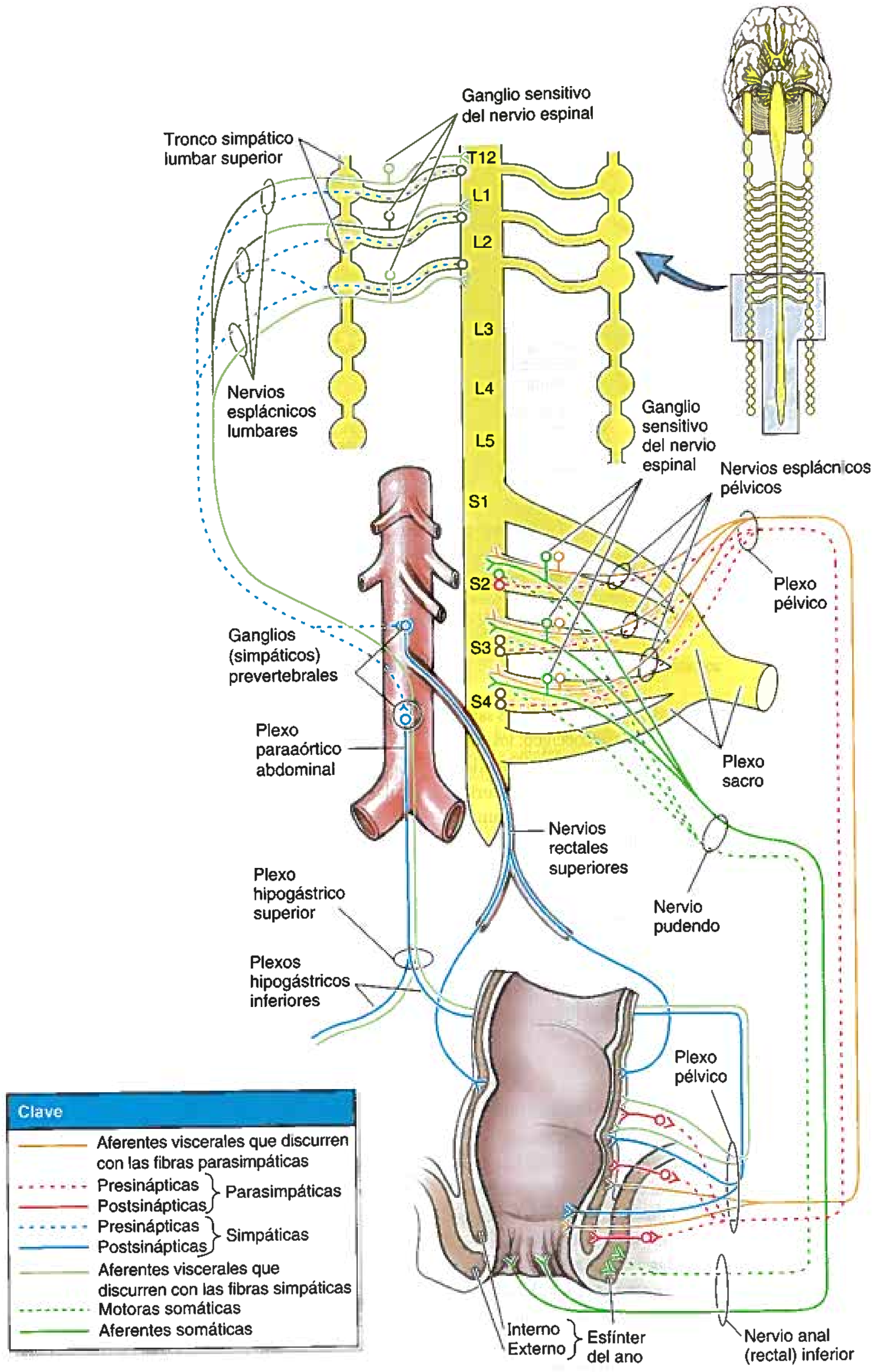

Ganglio sensitivo del nervio espinal
Tronco simpático lumbar superior
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
Nervios esplácnicos lumbares
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Nervios esplácnicos pélvicos
Plexo pélvico
Ganglios (simpáticos) prevertebrales
Plexo paraaórtico abdominal
Plexo sacro
Nervios rectales superiores
Nervio pudendo
Plexo hipogástrico superior
Plexos hipogástricos inferiores
Plexo pélvico
Interno
Externo
Esfínter del ano
Nervio anal (rectal) inferior
Clave
Aferentes viscerales que discurren con las fibras parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Simpáticas
Aferentes viscerales que discurren con las fibras simpáticas
Motoras somáticas
Aferentes somáticas

FIGURA 3-33. **Inervación del recto y del conducto anal.** Para que quede más claro, se han retraído lateralmente los nervios esplácnicos lumbares y pélvicos, y los plexos hipogástricos.

ÓRGANOS URINARIOS Y RECTO

Afectación yatrógena de la vascularización ureteral

Los uréteres pueden lesionarse durante intervenciones quirúrgicas abdominales, retroperitoneales, pélvicas o ginecológicas por interrupción inadvertida de su riego sanguíneo. La identificación de los uréteres durante su recorrido completo a través de la pelvis constituye una importante medida preventiva.

Las anastomosis longitudinales entre las ramas arteriales que riegan el uréter suelen bastar para mantener la irrigación a lo largo de su curso, pero en ocasiones no es así. La tracción del uréter durante la cirugía puede provocar su rotura diferida. El segmento ureteral desvitalizado se gangrena y presenta fugas, o se rompe 7 a 10 días después de la intervención. Cuando es necesario aplicar tracción, se hace con suavidad y a una distancia estrictamente limitada, utilizando retractores romos y almohadillados. Resulta útil tener presente que aunque la vascularización del segmento abdominal del uréter procede de una dirección medial, la del segmento pélvico lo hace desde una dirección lateral (fig. 3-25); hay que retraer los uréteres en consecuencia.

Cálculos ureterales

Los uréteres son tubos musculares expansibles que se dilatan (junto al sistema colector interno —cálices y pelvis renales) cuando se obstruyen (fig. C3-7). Un **cálculo ureteral** suele provocar una obstrucción aguda. Los síntomas y la gravedad dependen de la localización, el tipo y el tamaño del cálculo, y de si es liso o espiculado. Aunque el paso de cálculos pequeños normalmente provoca poco o ningún dolor, los más grandes son muy dolorosos. Los cálculos que descienden por toda la longitud del uréter se asocian a un dolor que suele describirse como «desde el lomo a la ingle» (desde la región abdominal lateral a la región inguinal).

El dolor causado por un cálculo es un *dolor cólico*, debido al hiperperistaltismo en el uréter superior al nivel de la obstrucción. Los cálculos ureterales pueden causar una obstrucción completa o intermitente del flujo urinario. La obstrucción puede producirse en cualquier punto del uréter; sin embargo, aparece con mayor frecuencia allí donde los uréteres están relativamente comprimidos (fig. 3-24A): *1)* en la unión de los uréteres y la pelvis renal; *2)* en el punto en que cruzan la arteria ilíaca externa y la línea terminal de la pelvis; y *3)* en su recorrido a través de la pared de la vejiga urinaria (fig. C3-7B).

La presencia de cálculos a menudo puede confirmarse con una radiografía abdominal o una urografía intravenosa. Actualmente, el método de elección es la tomografía computarizada (TC). Los cálculos ureterales pueden extirparse mediante cirugía abierta, **endoscopia** o litotricia. La **litotricia** utiliza ondas de choque para romper los cálculos en pequeños fragmentos que puedan eliminarse con la orina.

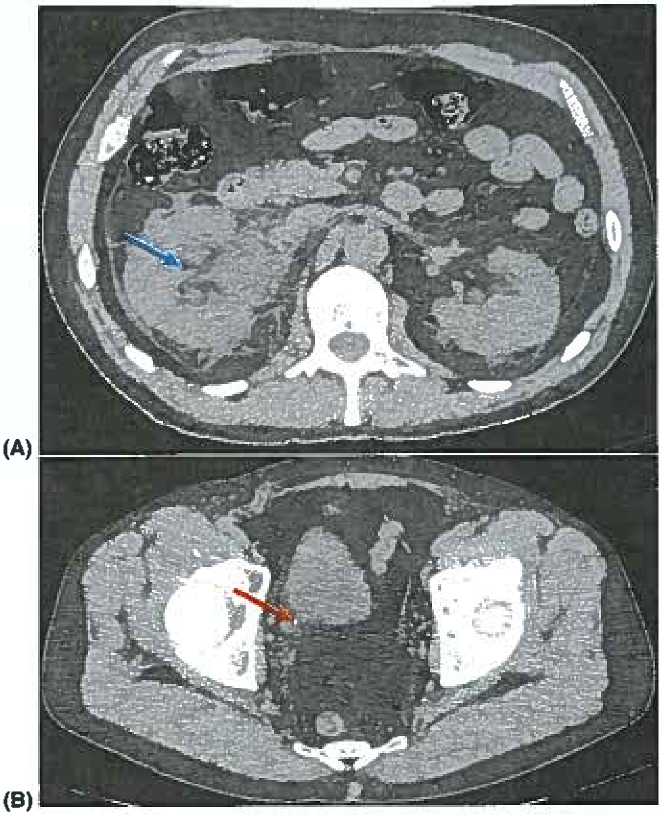


FIGURA C3-7. Obstrucción ureteral por un cálculo. A. Esta imagen a nivel de la vértebra L1 muestra un riñón derecho agrandado, con el sistema colector interno dilatado *(flecha azul)*. **B.** En la pelvis menor se observa una densidad calcificada en la unión ureterovesical *(flecha roja)* y la dilatación del uréter.

Cistocele-Hernia de la vejiga

La pérdida del soporte de la vejiga en las mujeres debido a la lesión del suelo de la pelvis durante el parto (p. ej., laceración de los músculos perineales [v. fig. C3-5B] o lesión de los nervios que los inervan, o rotura del soporte fascial de la vagina, el paracolpio [v. fig. 3-14B]) puede hacer que la vejiga se colapse sobre la pared anterior de la vagina. Cuando aumenta la presión intraabdominal (como ocurre durante la defecación), la pared anterior de la vagina puede protruir en el vestíbulo a través del orificio vaginal (fig. C3-8).

Cistotomía suprapúbica

Aunque la cara superior de la vejiga vacía se halla a nivel del borde superior de la sínfisis del pubis, cuando la vejiga urinaria se llena se extiende superiormente por encima de la sínfisis en el tejido adiposo situado entre el peritoneo parietal y la pared anterior del abdomen (fig. C3-9). Entonces, la vejiga descansa junto a la pared sin la interposición del peritoneo. Por lo tanto, la vejiga distendida puede puncionarse (*cistotomía suprapúbica*) o abordarse quirúrgicamente por encima de la sínfisis del pubis para la introducción de sondas permanentes o instru-

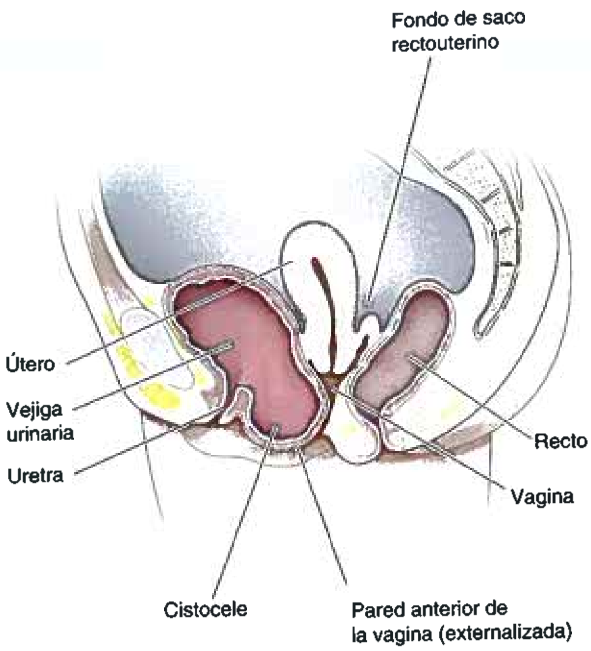

Fondo de saco rectouterino
Útero
Vejiga urinaria
Uretra
Recto
Vagina
Cistocele
Pared anterior de la vagina (externalizada)

FIGURA C3-8.

mentos sin atravesar el peritoneo ni invadir la cavidad peritoneal. También pueden extraerse de la vejiga cálculos urinarios, cuerpos extraños y pequeños tumores a través de una incisión suprapúbica extraperitoneal.

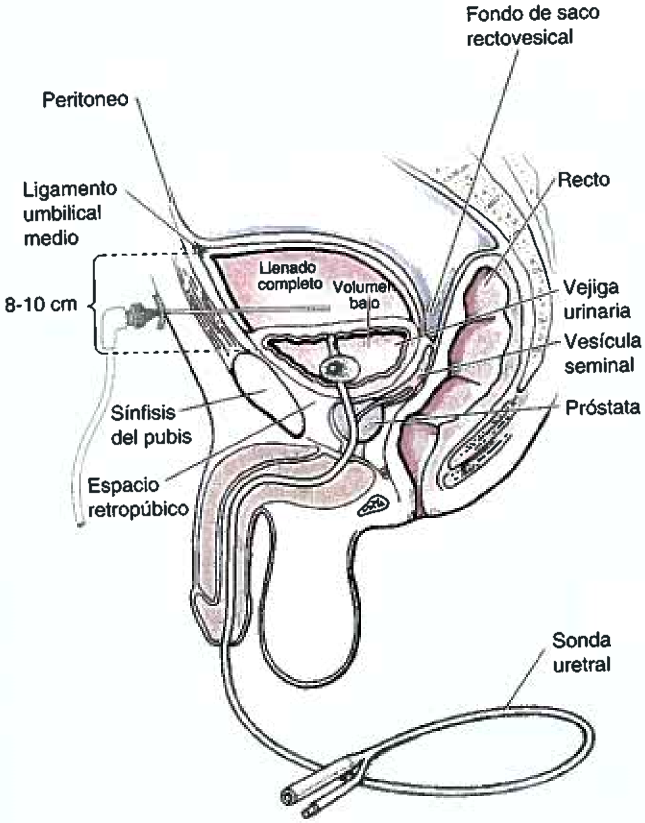

Fondo de saco rectovesical
Peritoneo
Ligamento umbilical medio
Recto
Llenado completo
Volumen bajo
8-10 cm
Vejiga urinaria
Vesícula seminal
Próstata
Sínfisis del pubis
Espacio retropúbico
Sonda uretral

FIGURA C3-9.

Rotura vesical

Debido a la posición superior de la vejiga urinaria distendida, ésta puede sufrir roturas como consecuencia de lesiones en la parte inferior de la pared anterior del abdomen, o de fracturas de la pelvis. Dichas roturas pueden provocar una fuga de orina extraperitoneal o intraperitoneal. La rotura de la porción superior de la vejiga suele desgarrar el peritoneo y provocar el *paso (extravasación) de orina hacia la cavidad peritoneal*. La rotura posterior de la vejiga suele provocar el paso de orina extraperitonealmente hacia el interior del periné.

Cistoscopia

El interior de la vejiga urinaria y sus tres orificios pueden examinarse mediante un *cistoscopio*. En la *resección transuretral de un tumor*, se hace pasar el instrumento a la vejiga a través de la uretra (fig. C3-10). Con una corriente eléctrica de alta frecuencia se va eliminando el tumor en pequeños fragmentos que se sacan de la vejiga con agua.

Diferencias clínicamente relevantes entre las uretras masculina y femenina

La uretra femenina puede distenderse porque contiene gran cantidad de tejido elástico, así como músculo liso. Puede dilatarse fácilmente, sin sufrir lesión alguna. En consecuencia, es mucho más fácil introducir sondas o cistoscopios en la mujer que en el hombre. Las infecciones de la uretra, y sobre todo de la vejiga, son más frecuentes en el sexo femenino, ya que su uretra es corta, más distensible y se abre al exterior a través del vestíbulo de la vagina.

Tacto rectal

Muchas estructuras relacionadas con la porción anteroinferior del recto pueden palparse a través de sus paredes (p. ej., la próstata y las vesículas seminales en el hombre, y el cuello del útero en la mujer). En ambos sexos, pueden palparse las caras pélvicas del sacro y el cóccix. También pueden palparse las

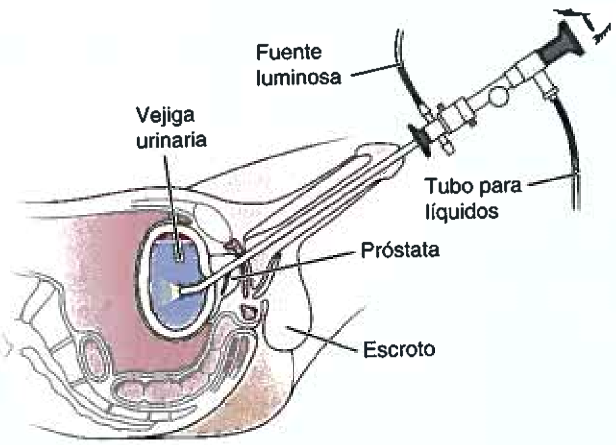

Fuente luminosa
Vejiga urinaria
Tubo para líquidos
Próstata
Escroto

FIGURA C3-10.

espinas ciáticas y las tuberosidades isquiáticas. Del mismo modo, pueden palparse nódulos linfáticos ilíacos internos aumentados de tamaño, un engrosamiento patológico de los uréteres y tumefacciones en las fosas isquioanales (p. ej., abscesos isquioanales y contenidos anómalos en el fondo de saco rectovesical en el hombre, o en el fondo de saco rectouterino en la mujer). El dolor de un apéndice inflamado también puede detectarse por vía rectal, si éste desciende hacia el interior de la pelvis menor (fosa pararrectal).

La cara interna del recto puede examinarse con un *proctoscopio;* con este instrumento también pueden obtenerse biopsias de las lesiones. Cuando se introduce un *sigmoidoscopio*, es preciso tener presentes las curvaturas del recto y el ángulo agudo que se forma en la unión rectosigmoidea para no provocar molestias innecesarias al paciente. También hay que recordar que los *pliegues transversos del recto*, que son valiosos puntos de referencia durante el procedimiento, pueden dificultar temporalmente el paso de estos instrumentos.

Resección del recto (rectectomía)

Cuando en el varón se realiza una rectectomía (p. ej., en el tratamiento del cáncer), se localiza el plano del tabique rectovesical (un tabique fascial que se extiende superiormente desde el cuerpo perineal) de manera que la próstata y la uretra puedan separarse del recto. De este modo, dichos órganos no se dañan durante la cirugía.

Puntos fundamentales

ÓRGANOS URINARIOS Y DIGESTIVOS DE LA PELVIS

Uréteres. Los uréteres transportan la orina desde las pelvis renales hasta la vejiga urinaria. ♦ Los uréteres descienden subperitonealmente dentro de la pelvis, pasando inferiores al conducto deferente en el varón y a la arteria uterina en la mujer; esta última relación tiene una especial importancia quirúrgica. ♦ Los uréteres entran en la pared de la vejiga oblicuamente desde su ángulo posteroinferior, creando una válvula unidireccional. ♦ La porción pélvica de cada uréter está irrigada por la arteria vesical inferior (hombre) o vaginal (mujer), y es drenada por el plexo venoso vesical y las venas ilíacas internas. ♦ Los cálculos, que pueden quedar atrapados en el punto donde el uréter cruza la línea terminal o donde entra en la vejiga, producen un intenso dolor inguinal.

Vejiga urinaria. Las porciones superior e inferior de la vejiga urinaria presentan claras diferencias anatómicas y funcionales. ♦ El cuerpo de la vejiga es muy distensible; está embebido en grasa extraperitoneal laxa y su cara superior está cubierta por peritoneo, todo lo cual le permite expandirse cuando se llena. ♦ En cambio, el cuello de la vejiga, relativamente no distensible, está anclado por ligamentos pélvicos y por el suelo de la vejiga situado sobre él (que incluye el trígono vesical), y permanece relativamente inalterado durante el llenado. ♦ La mayor parte del cuerpo de la vejiga está vascularizado por las arterias y venas vesicales superiores. ♦ El cuello y el cuerpo inferior adyacente están vascularizados por las arterias vesicales inferiores y el plexo venoso vesical. ♦ Las fibras simpáticas procedentes de los segmentos espinales torácicos inferiores y lumbares superiores mantienen el tono de la vejiga, y en el hombre, durante la eyaculación, estimulan la contracción del esfínter interno de la uretra para evitar el reflujo de semen. ♦ Las fibras parasimpáticas transportadas por los nervios esplácnicos pélvicos desde los segmentos espinales S2-4 inhiben la musculatura del cuello y estimulan el aumento de tono del músculo detrusor de las paredes de la vejiga durante la micción. ♦ Las fibras aferentes viscerales que conducen las sensaciones dolorosas desde el techo de la vejiga (superior a la línea de dolor de la pelvis) siguen retrógradamente a las fibras simpáticas hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales; las fibras aferentes viscerales restantes siguen a las fibras parasimpáticas.

Uretra. La *uretra masculina* consta de cuatro porciones; dos de ellas son las porciones intramural y prostática. ♦ La porción intramural tiene una longitud y un diámetro variables, dependiendo de si la vejiga se está llenando o vaciando. ♦ La uretra prostática se distingue tanto por lo que la rodea como por las estructuras que desembocan en ella. Está rodeada por la próstata, por el «lóbulo» muscular anterior que incluye la extensión tubular superior del esfínter externo de la uretra anteriormente, y por los lóbulos glandulares posteriormente. ♦ Los conductos prostáticos desembocan en senos prostáticos a cada lado de la cresta de la uretra. ♦ El utrículo vestigial es una abertura relativamente grande en el centro de los colículos seminales, flanqueado por las diminutas aberturas de los conductos eyaculadores. ♦ Las vías reproductivas y urinarias se unen en la uretra prostática.

La *uretra femenina* discurre paralela a la vagina. Esta firmemente unida y deprime la pared anterior de la vagina central y distalmente. ♦ Como es independiente de las vías reproductivas, no es necesario que haya un esfínter interno de la uretra en el cuello de la vejiga femenina.

Recto. El recto acumula y almacena temporalmente las heces. ♦ El recto empieza en la unión rectosigmoidea, cuando las tenias del colon sigmoide se ensanchan y se unen formando una capa continua de músculo liso y desaparecen los apéndices omentales. ♦ El recto finaliza en la flexura anorrectal cuando el intestino atraviesa el diafragma de la pelvis, convirtiéndose en el conducto anal. ♦ A pesar de su nombre, el recto es cóncavo anteriormente en la flexura sacra y presenta tres flexuras laterales, que se forman en relación a los pliegues rectales internos transversales. ♦ El recto se agranda en la ampolla rectal directamente por encima del suelo de la pelvis. ♦ Las porciones superior, media e inferior del recto son, respectivamente, intraperitoneal, retroperitoneal y subperitoneal. ♦ Las anastomosis entre los vasos rectales superiores y medios forman una circulación arterial colateral y anastomosis venosas portocavas. ♦ Las fibras nerviosas simpáticas alcanzan el recto (especialmente los vasos sanguíneos y el esfínter externo del ano) desde los segmentos medulares lumbares a través de los plexos hipogástrico/pélvico y del plexo periarterial de la arteria rectal superior. ♦ Las fibras parasimpáticas y aferentes viscerales son tributarias de los segmentos medulares y de los ganglios sensitivos de los nervios espinales sacros medios.

Órganos genitales internos masculinos

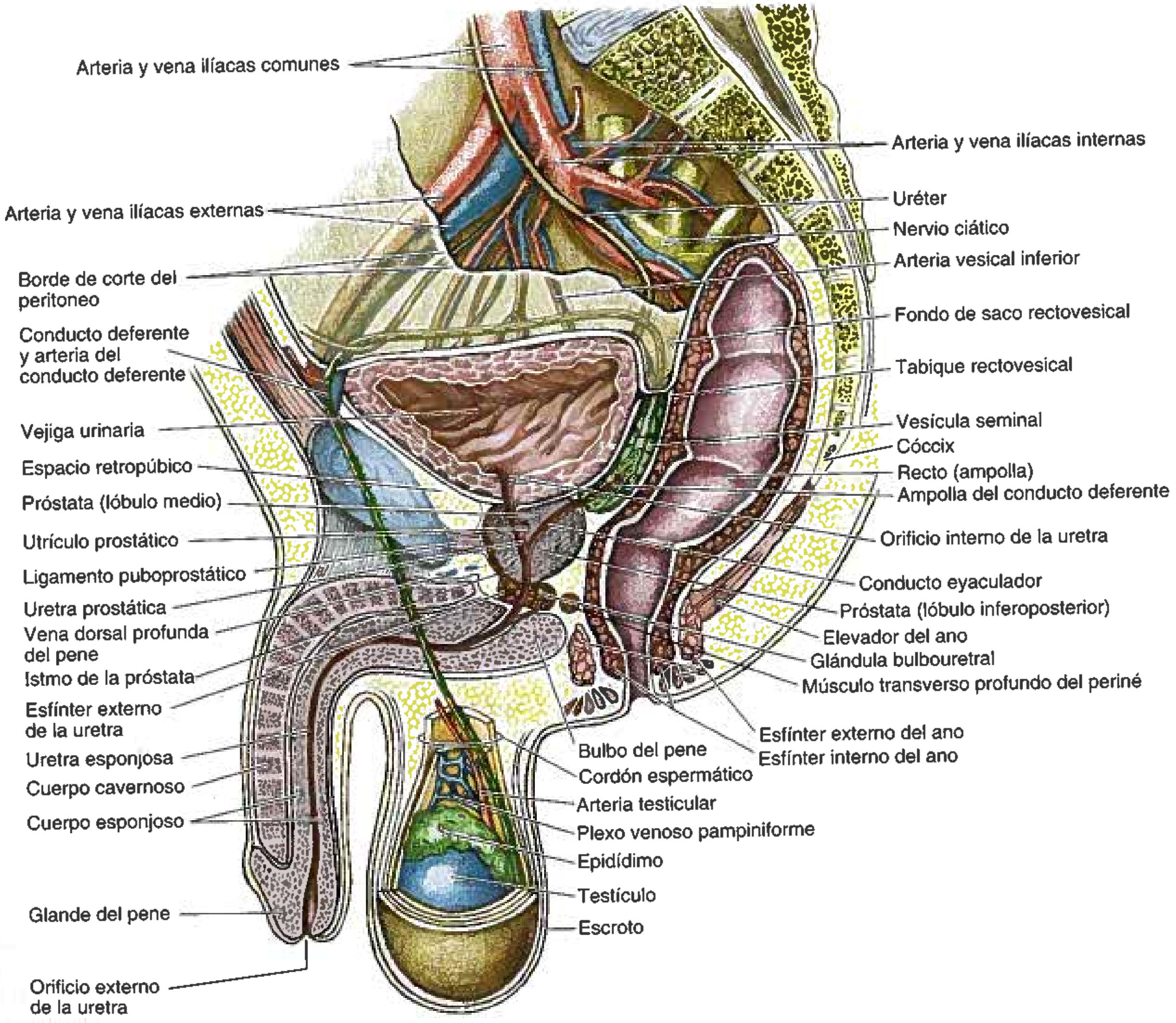
Los órganos genitales internos masculinos comprenden los testículos, los epidídimos, los conductos deferentes, las vesículas seminales, los conductos eyaculadores, la próstata y las glándulas bulbouretrales (fig. 3-34). El testículo y el epidídimo se describen en el capítulo 2, y se consideran órganos genitales internos por su situación durante el desarrollo y su homología con los ovarios femeninos, internos. Sin embargo, debido a su localización posnatal externa y a que en la disección se encuentran al disecar la región inguinal de la pared anterior del abdomen, se han comentado junto al abdomen en el capítulo 2.

CONDUCTO DEFERENTE

El **conducto deferente** es la continuación del *conducto del epidídimo*. El conducto deferente:

- Posee unas paredes musculares relativamente gruesas y una luz diminuta, lo que le confiere una rigidez parecida a la de un cordón.
- Empieza en la cola del epidídimo, en el polo inferior del testículo (fig. 2-21, p. 209).
- Asciende posterior al testículo, medial al epidídimo.
- Es el componente principal del cordón espermático.
- Penetra en la pared anterior del abdomen a través del conducto inguinal.
- Cruza sobre los vasos ilíacos externos y entra en la pelvis.
- Discurre junto a la pared lateral de la pelvis, donde se sitúa externo al peritoneo parietal.
- Se une finalmente al conducto de la vesícula seminal para formar el *conducto eyaculador*.

Durante el recorrido pélvico del conducto deferente, ninguna otra estructura se interpone entre él y el peritoneo, con el cual establece contacto directo. El conducto cruza superior al uréter junto


Arteria y vena ilíacas comunes
Arteria y vena ilíacas internas
Uréter
Nervio ciático
Arteria vesical inferior
Fondo de saco rectovesical
Tabique rectovesical
Vesícula seminal
Cóccix
Recto (ampolla)
Ampolla del conducto deferente
Orificio interno de la uretra
Conducto eyaculador
Próstata (lóbulo inferoposterior)
Elevador del ano
Glándula bulbouretral
Músculo transverso profundo del periné
Esfínter externo del ano
Esfínter interno del ano
Arteria y vena ilíacas externas
Borde de corte del peritoneo
Conducto deferente y arteria del conducto deferente
Vejiga urinaria
Espacio retropúbico
Próstata (lóbulo medio)
Utrículo prostático
Ligamento puboprostático
Uretra prostática
Vena dorsal profunda del pene
Istmo de la próstata
Esfínter externo de la uretra
Uretra esponjosa
Cuerpo cavernoso
Cuerpo esponjoso
Glande del pene
Orificio externo de la uretra
Bulbo del pene
Cordón espermático
Arteria testicular
Plexo venoso pampiniforme
Epidídimo
Testículo
Escroto

Sección sagital media de la pelvis masculina y el pene, disección progresiva del escroto y las cubiertas del testículo

FIGURA 3-34. Sección medial de la pelvis masculina y el periné (mitad derecha). Se muestran los órganos genitales: testículo, epidídimo, conducto deferente, conducto eyaculador y pene, con las estructuras glandulares accesorias (vesícula seminal, próstata y glándula bulbouretral). El cordón espermático conecta el testículo con la cavidad abdominal, y el testículo se sitúa externamente en una bolsa musculocutánea, el escroto.

al ángulo posterolateral de la vejiga, y discurre entre el uréter y el peritoneo del pliegue ureteral para alcanzar el fondo de la vejiga urinaria. En el hombre, la relación entre el conducto deferente y el uréter es similar, aunque con una importancia clínica menor, a la que existe en la mujer entre la arteria uterina y el uréter. La base evolutiva de esta relación se muestra en la figura 3-35. Posterior a la vejiga, el conducto deferente se sitúa, primero, superior a la vesícula seminal, y después desciende medial al uréter y la glándula. En este punto, el conducto deferente se ensancha para formar la **ampolla del conducto deferente** antes de su terminación (v. fig. 3-36).

Vascularización del conducto deferente. La diminuta *arteria del conducto deferente* suele tener su origen en una arteria vesical superior (a veces inferior) (figs. 3-16 y 3-34), y su extremo se anastomosa con la arteria testicular, posterior al testículo. Las venas de la mayor parte del conducto drenan en la vena testicular, incluido el plexo venoso pampiniforme. Su porción terminal drena en el plexo venoso vesicular/prostático.

VESÍCULAS SEMINALES

Cada **vesícula seminal** (glándula vesicular o seminal) es una estructura alargada (de aproximadamente 5 cm de largo, aunque en ocasiones es mucho más corta) que se encuentra entre el fondo de la vejiga y el recto (figs. 3-34 y 3-36). Las vesículas seminales son estructuras situadas oblicuamente, superiores a la próstata, y no almacenan espermatozoides a pesar de lo que implica el término «vesícula». Secretan un espeso líquido alcalino con fructosa (una fuente de energía para los espermatozoides) y un agente coagulante que se mezcla con los espermatozoides cuando pasan hacia los conductos eyaculadores y la uretra.

Los extremos superiores de las vesículas seminales están cubiertos por peritoneo, y se sitúan posteriores a los uréteres, donde el peritoneo del *fondo de saco rectovesical* los separa del recto. Los extremos inferiores de las vesículas seminales están estrechamente relacionados con el recto, separados de él sólo por el tabique rectovesical (fig. 3-24). El conducto de la vesícula seminal se une al conducto deferente para formar el *conducto eyaculador*.

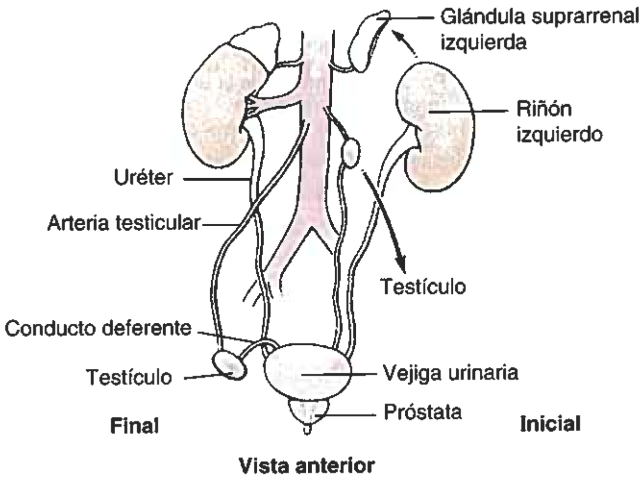


FIGURA 3-35. **Estructuras que cruzan el uréter masculino en el abdomen y la pelvis.** Durante el desarrollo, cuando los testículos descienden inferior y lateralmente desde su localización original (medial a la posición de los riñones en la pared posterior del abdomen) hasta el conducto inguinal para atravesarlo, el uréter es cruzado por los vasos testiculares en el abdomen y por el conducto deferente en la pelvis. Esta relación se mantendrá durante toda la vida.

Vascularización de las vesículas seminales. Las arterias de las vesículas seminales derivan de las *arterias vesical inferior* y *rectal media* (v. figs. 3-16 y 3-37; tabla 3-4). Las venas acompañan a las arterias y reciben nombres similares (fig. 3-19C).

CONDUCTOS EYACULADORES

Cada **conducto eyaculador** es un tubo delgado, que se forma por la unión del conducto de una vesícula seminal con el conducto deferente (figs. 3-34, 3-36 y 3-37). Los conductos eyaculadores (con una longitud aproximada de 2,5 cm) se originan cerca del cuello de la vejiga y discurren juntos, anteroinferiormente, a través de la porción posterior de la próstata y a los lados del utrículo prostático. Los conductos eyaculadores convergen para desembocar, mediante diminutos orificios semejantes a una ranura, en los colículos seminales, sobre o en la abertura del utrículo prostático (v. fig. 3-30). Aunque los conductos eyaculadores atraviesan la próstata glandular, las secreciones prostáticas se unen al líquido seminal en la uretra prostática, después de la terminación de los conductos eyaculadores.

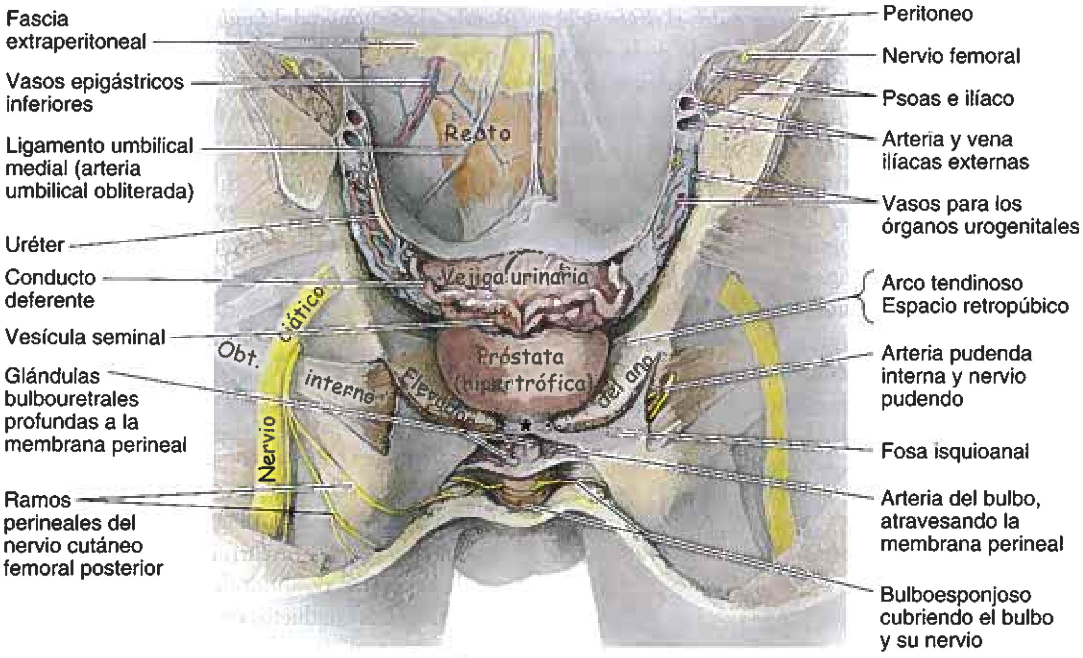
Vascularización de los conductos eyaculadores. Las *arterias del conducto deferente*, generalmente ramas de las arterias vesicales superiores (aunque con frecuencia proceden de las inferiores), irrigan los conductos eyaculadores (fig. 3-37). Las venas se unen a los *plexos venosos prostático* y *vesical* (fig. 3-19C).

PRÓSTATA

La **próstata** (con unas dimensiones aproximadas de 3 cm de largo, 4 cm de ancho, y 2 cm de profundidad anteroposterior) es la mayor glándula accesoria del aparato reproductor masculino (figs. 3-34, 3-36 y 3-37). La próstata, del tamaño de una nuez, rodea la *uretra prostática*. La porción glandular constituye, aproximadamente, dos tercios de la glándula; el otro tercio es fibromuscular.

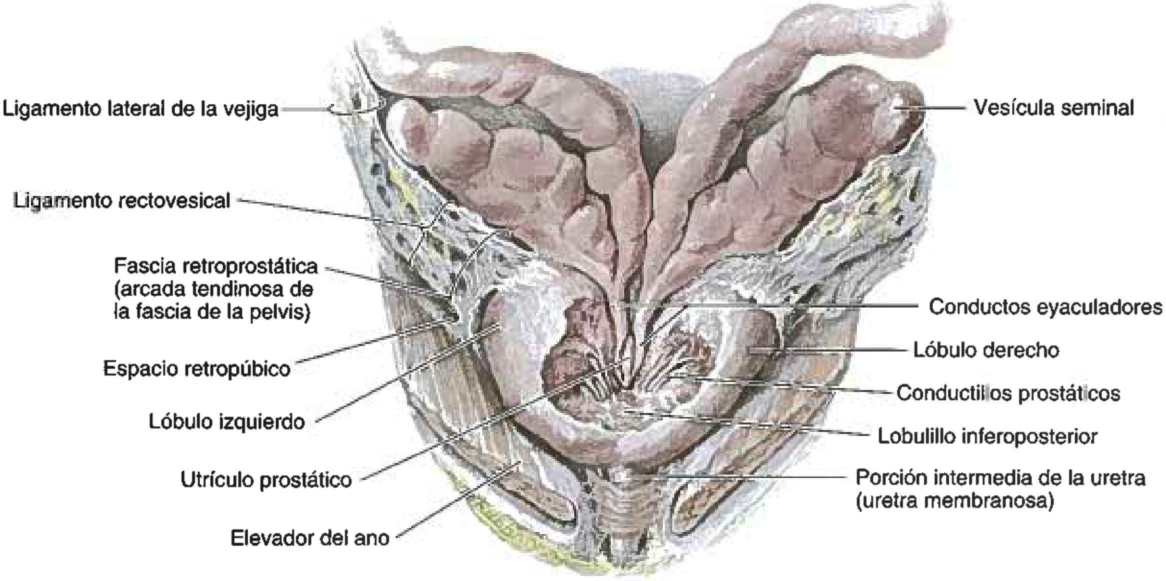
La **cápsula fibrosa de la próstata** es densa y vasculonerviosa, e incorpora los plexos nerviosos y venosos prostáticos. El conjunto está rodeado por la *capa visceral de la fascia pélvica*, la cual forma una *vaina prostática fibrosa*, que es delgada anteriormente, se continúa anterolateralmente con los *ligamentos puboprostáticos*, y posteriormente es gruesa y se continúa con el *tabique rectovesical*. La próstata tiene:

- Una base estrechamente relacionada con el cuello de la vejiga.
- Un vértice que está en contacto con la fascia en la cara superior del esfínter de la uretra y los músculos perineales profundos.
- Una cara anterior muscular, cuyas fibras musculares, la mayoría orientadas transversalmente, constituyen un hemiesfínter vertical (rabdoesfínter) a modo de canal, que forma parte del esfínter de la uretra. La cara anterior está separada de la sínfisis del pubis por grasa retroperitoneal en el espacio retropúbico o prevesical.


Fascia extraperitoneal
Vasos epigástricos inferiores
Ligamento umbilical medial (arteria umbilical obliterada)
Uréter
Conducto deferente
Vesícula seminal
Glándulas bulbouretrales profundas a la membrana perineal
Ramos perineales del nervio cutáneo femoral posterior
Peritoneo
Nervio femoral
Psoas e ilíaco
Arteria y vena ilíacas externas
Vasos para los órganos urogenitales
Arco tendinoso
Espacio retropúbico
Arteria pudenda interna y nervio pudendo
Fosa isquioanal
Arteria del bulbo, atravesando la membrana perineal
Bulboesponjoso cubriendo el bulbo y su nervio
Recto
Vejiga urinaria
Próstata (hipertrófica)
Obt. interno
Elevador del ano
Nervio ciático
*

*Hiato urogenital: discontinuidad en el elevador del ano

(A) Vista posterior


Ligamento lateral de la vejiga
Ligamento rectovesical
Fascia retroprostática (arcada tendinosa de la fascia de la pelvis)
Espacio retropúbico
Lóbulo izquierdo
Utrículo prostático
Elevador del ano
Vesícula seminal
Conductos eyaculadores
Lóbulo derecho
Conductillos prostáticos
Lobulillo inferoposterior
Porción intermedia de la uretra (uretra membranosa)

(B) Vista posterior

FIGURA 3-36. Cara posterior de las vísceras pélvicas masculinas y disección posterior de la próstata. A. Se han eliminado la pared posterior de la pelvis, el recto y el tabique rectovesical. Los ligamentos umbilicales, al igual que la vejiga urinaria, están totalmente rodeados por fascia extraperitoneal o subperitoneal (en gran parte eliminada en esta disección). **B.** Los conductos eyaculadores están formados por la unión del conducto de la vesícula seminal y el conducto deferente. El utrículo prostático, vestigial, que normalmente se ve como una invaginación en las vistas anteriores, aparece en esta disección posterior como una evaginación situada entre los conductos eyaculadores.

- Una cara posterior, relacionada con la ampolla del recto.
- Caras inferolaterales, que se relacionan con el elevador del ano.

Aunque no están claramente diferenciados desde el punto de vista anatómico, se suelen describir los siguientes lóbulos prostáticos (fig. 3-38A):

- El **istmo de la próstata** (comisura de la próstata; tradicionalmente, el «lóbulo» anterior) se encuentra anterior a la uretra. Es fundamentalmente fibromuscular y representa la continuación superior del músculo esfínter externo de la uretra hasta el cuello de la vejiga, y contiene poco o ningún tejido glandular.
- Los **lóbulos derecho** e **izquierdo de la próstata,** separados anteriormente por el istmo y posteriormente por un surco longitudinal central poco profundo, pueden subdividirse a efectos descriptivos en cuatro lobulillos indistintos, definidos por su

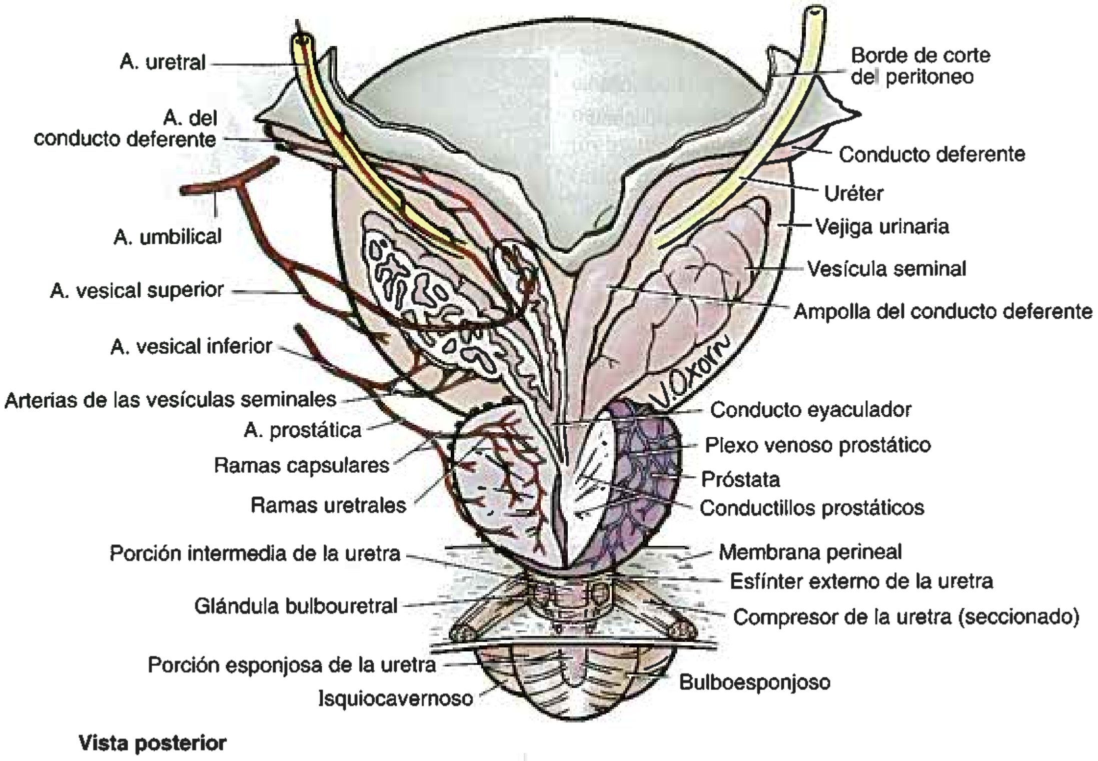

A. uretral
A. del conducto deferente
A. umbilical
A. vesical superior
A. vesical inferior
Arterias de las vesículas seminales
A. prostática
Ramas capsulares
Ramas uretrales
Porción intermedia de la uretra
Glándula bulbouretral
Porción esponjosa de la uretra
Isquiocavernoso
Vista posterior
Borde de corte del peritoneo
Conducto deferente
Uréter
Vejiga urinaria
Vesícula seminal
Ampolla del conducto deferente
V.Oxorn
Conducto eyaculador
Plexo venoso prostático
Próstata
Conductillos prostáticos
Membrana perineal
Esfínter externo de la uretra
Compresor de la uretra (seccionado)
Bulboesponjoso

FIGURA 3-37. Porción pélvica de los uréteres, vejiga urinaria, vesículas seminales, porciones terminales de los conductos deferentes y próstata. La vesícula seminal y la ampolla del conducto deferente del lado izquierdo se han disecado separándolas de su entorno y seccionándolas longitudinalmente. También se ha eliminado parte de la próstata, para exponer el conducto eyaculador. La membrana perineal se encuentra entre los genitales externos y la porción profunda del periné (receso anterior de la fosa isquioanal). Es atravesada por la uretra, los conductos de las glándulas bulbouretrales, las arterias dorsal y profunda del pene, los nervios cavernosos y el nervio dorsal del pene.

relación con la uretra y los conductos eyaculadores y —aunque menos evidente— por la disposición de los conductos y el tejido conectivo:

(1) Un **lobulillo inferoposterior** se sitúa posterior a la uretra e inferior a los conductos eyaculadores. Es la cara de la próstata que se palpa mediante tacto rectal.
(2) Un **lobulillo inferolateral,** directamente lateral a la uretra, que forma la mayor parte del lóbulo derecho o izquierdo.
(3) Un **lobulillo superomedial,** profundo al lobulillo inferoposterior, que rodea el conducto eyaculador homolateral.
(4) Un **lobulillo anteromedial,** profundo al lobulillo inferolateral, directamente lateral a la uretra prostática proximal.

El lóbulo *medio* embrionario origina los lobulillos (3) y (4). Esta región tiende a sufrir una hipertrofia hormonal en edades avanzadas, formando un *lóbulo medio* que se sitúa entre la uretra y los conductos eyaculadores, y está estrechamente relacionado con el cuello de la vejiga urinaria. Se cree que el aumento de tamaño del lóbulo medio es la causa, en parte, de la formación de la *úvula vesical,* que puede proyectarse en el orificio interno de la uretra (v. fig. 3-30).

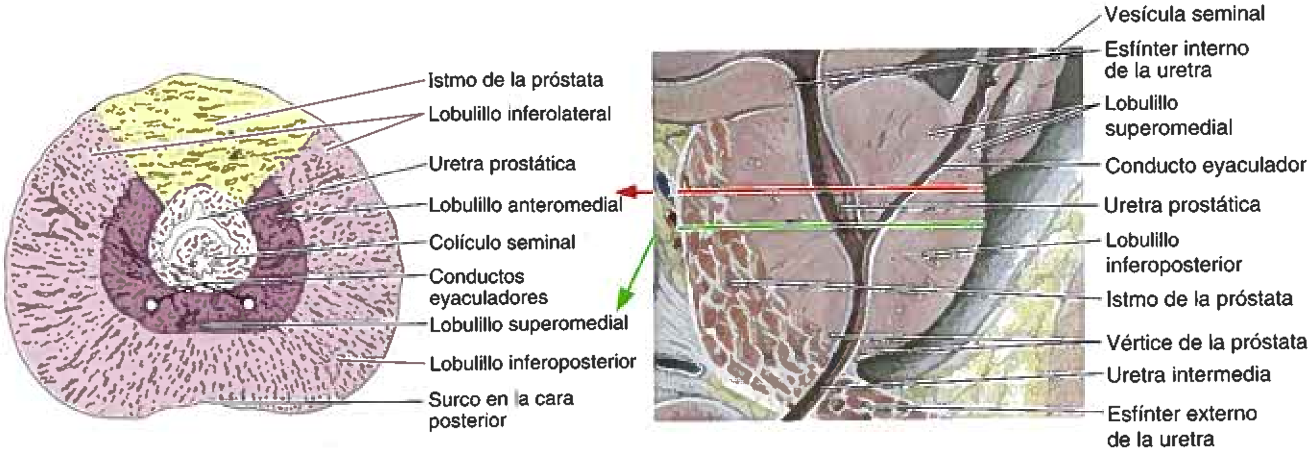
Los urólogos y los ecografistas suelen dividir la próstata en zonas periférica y central (interna) (fig. 3-38B). La zona central es comparable al lóbulo medio.

Los **conductillos prostáticos** (20 a 30) se abren, principalmente, en los *senos prostáticos* que se encuentran a cada lado del colículo seminal en la pared posterior de la uretra prostática. El líquido prostático, poco espeso y de aspecto lechoso, proporciona el 20 %, aproximadamente, del volumen del **semen** (una mezcla de secreciones producidas por los testículos, las vesículas seminales, la próstata y las glándulas bulbouretrales, que proporciona el vehículo para transportar los espermatozoides), y desempeña un papel en la activación de los espermatozoides.

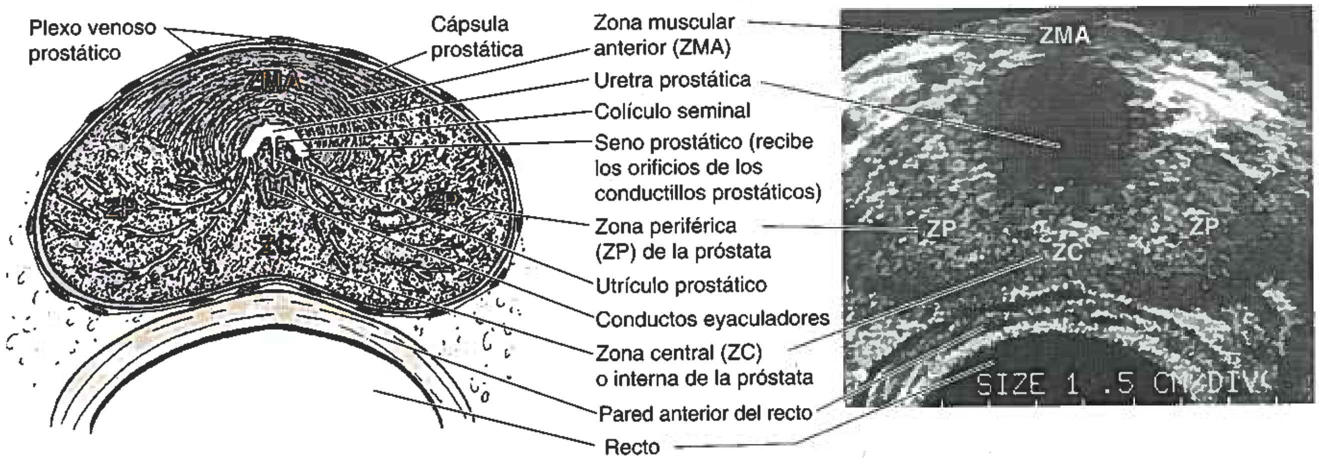
Vascularización de la próstata. Las arterias prostáticas son, fundamentalmente, ramas de la arteria ilíaca interna (v. tabla 3-4; figs. 3-17A y 3-37), en especial las *arterias vesicales inferiores,* pero también de las arterias pudenda interna y rectal media. Las venas se unen para formar el **plexo venoso prostático,** alrededor de la base y los lados de la próstata (figs. 3-19C y 3-37). Este plexo, entre la cápsula fibrosa de la próstata y la vaina prostática, drena en las *venas ilíacas internas.* El plexo venoso prostático se continúa superiormente con el *plexo venoso vesical* y se comunica posteriormente con el *plexo venoso vertebral interno.*

GLÁNDULAS BULBOURETRALES

Las dos **glándulas bulbouretrales** (glándulas de Cowper), del tamaño de un guisante, se sitúan posterolaterales a la porción intermedia de la uretra, básicamente embebidas en el esfínter externo de la uretra (v. figs. 3-30B, 3-34, 3-36 y 3-37). Los **conductos de las glándulas bulbouretrales** pasan a través de la membrana perineal con la porción intermedia de la uretra y de-


Istmo de la próstata
Lobulillo inferolateral
Uretra prostática
Lobulillo anteromedial
Colículo seminal
Conductos eyaculadores
Lobulillo superomedial
Lobulillo inferoposterior
Surco en la cara posterior
Vesícula seminal
Esfínter interno de la uretra
Lobulillo superomedial
Conducto eyaculador
Uretra prostática
Lobulillo inferoposterior
Istmo de la próstata
Vértice de la próstata
Uretra intermedia
Esfínter externo de la uretra

(A) Sección anatómica transversal de la próstata (izquierda) a nivel de la línea roja de la sección sagital media (derecha)


Plexo venoso prostático
Cápsula prostática
ZMA
ZP
ZC
Zona muscular anterior (ZMA)
Uretra prostática
Colículo seminal
Seno prostático (recibe los orificios de los conductillos prostáticos)
Zona periférica (ZP) de la próstata
Utrículo prostático
Conductos eyaculadores
Zona central (ZC) o interna de la próstata
Pared anterior del recto
Recto
ZMA
ZP
ZC
ZP
SIZE 1 .5 CM/DIV

(B) Interpretación gráfica (izquierda) de una ecografía transversal (derecha) a nivel de la línea verde en (A-derecha)

FIGURA 3-38. Lobulillos y zonas de la próstata en cortes anatómicos y en imágenes ecográficas. A. Sección anatómica que muestra unos lobulillos mal delimitados. **B.** Se ha introducido un transductor ultrasónico en el recto para estudiar la próstata, localizada anteriormente. Los conductillos de las glándulas de la zona periférica se abren en los senos de la próstata, mientras que los conductillos de las glándulas de la zona central (interna) se abren en los senos de la próstata y en el colículo seminal.

sembocan, mediante aberturas diminutas, en la porción proximal de la porción esponjosa de la uretra en el bulbo del pene. Su secreción, de aspecto mucoso, entra en la uretra durante la excitación sexual.

INERVACIÓN DE LOS ÓRGANOS GENITALES INTERNOS DE LA PELVIS MASCULINA

Los conductos deferentes, las vesículas seminales, los conductos eyaculadores y la próstata están ricamente inervados por fibras nerviosas simpáticas. Las *fibras simpáticas presinápticas* se originan en cuerpos celulares del núcleo intermediolateral de los segmentos medulares T12-L2 (o L3). Atraviesan los ganglios paravertebrales del tronco simpático para pasar a ser componentes de los nervios esplácnicos lumbares (abdominopélvicos) y de los plexos hipogástrico y pélvico (v. fig. 3-39, p. 367).

Fibras parasimpáticas presinápticas de los segmentos S2-3 de la médula espinal atraviesan los *nervios esplácnicos pélvicos*, que también se unen a los plexos hipogástrico inferior y pélvico. Las sinapsis con neuronas simpáticas y parasimpáticas postsinápticas se producen en los plexos, cerca de las vísceras pélvicas, o de camino hacia ellas. En el orgasmo, el sistema simpático estimula la contracción del esfínter interno de la uretra para impedir la eyaculación retrógrada. Simultáneamente estimula unas contracciones rápidas de tipo peristáltico del conducto deferente, y la contracción y secreción combinadas de las vesículas seminales y la próstata proporcionan el vehículo (semen) y la fuerza que expulsa los espermatozoides durante la eyaculación. No está clara la función de la inervación parasimpática de los genitales internos. Sin embargo, las fibras parasimpáticas del plexo nervioso prostático forman los *nervios cavernosos* que llegan a los cuerpos eréctiles del pene, que producen la erección de éste.

GENITALES INTERNOS MASCULINOS

Esterilización masculina

El método más habitual de esterilización en el varón es la **deferentectomía,** denominada popularmente *vasectomía*. Durante esta intervención quirúrgica, parte del conducto deferente se liga y/o extirpa a través de una incisión en la parte superior del escroto (fig. C3-11). Por tanto, el líquido eyaculado procedente de las vesículas seminales, la próstata y las glándulas bulbouretrales no contiene espermatozoides. Los espermatozoides no expulsados degeneran en el epidídimo y en la porción proximal del conducto deferente.

En la mayoría de los casos favorables (pacientes menores de 30 años de edad y cuando han transcurrido menos de 7 años desde la intervención) puede conseguirse *revertir la deferentectomía*. Los extremos de los conductos deferentes seccionados pueden volver a unirse mediante microcirugía.

Abscesos en las vesículas seminales

Los acúmulos localizados de pus (abscesos) en las vesículas seminales pueden romperse y provocar el paso de pus a la cavidad peritoneal. Las vesículas seminales pueden palparse en un tacto rectal, sobre todo si están llenas o agrandadas. Se palpan con mayor facilidad cuando la vejiga está moderadamente llena. También pueden masajearse para liberar sus secreciones y examinarlas al microscopio en busca de *gonococos* (microorganismos que producen la gonorrea), por ejemplo.

Hipertrofia prostática

La importancia médica de la próstata se debe a que su aumento de tamaño, o **hipertrofia prostática benigna** (**HPB**), es un trastorno frecuente a partir de la mediana edad, que acaban padeciendo todos los varones que viven lo suficiente. Una próstata hipertrofiada se proyecta hacia la vejiga urinaria y afecta a la micción, al deformar la porción prostática de la uretra. El lóbulo medio es el que suele aumentar más y obstruye el orificio interno de la uretra. Cuanto más esfuerzos hace el sujeto, mayor es la obstrucción de la uretra por la masa prostática, que actúa como una válvula.

La HPB es una causa frecuente de obstrucción uretral, y provoca **nicturia** (necesidad de orinar durante la noche), **disuria** (dificultad y/o dolor durante la micción), y **urgencia** (deseo repentino de orinar). La HPB también aumenta el riesgo de infecciones de la vejiga (cistitis), así como de lesiones renales.

La presencia de aumentos de tamaño y tumores (masas o asimetrías focales) en la próstata se explora mediante *tacto rectal* (fig. C3-12). Que la próstata sea palpable depende del grado de repleción de la vejiga. Una vejiga llena ofrece resistencia, manteniendo la glándula en su sitio y haciendo que sea más fácil palparla. Una afección maligna de la próstata se palpará dura y a menudo irregular. En estadios avanzados, las células neoplásicas metastatizan tanto por vía linfática (hacia los nódulos linfáticos ilíacos y sacros, y más tarde a nódulos distantes) como por vía venosa (a través del plexo venoso vertebral interno, a las vértebras y al cerebro).

Debido a las estrechas relaciones entre la próstata y la uretra prostática, las obstrucciones pueden resolverse endoscópicamente. El instrumento se introduce transuretralmente, por el orificio externo de la uretra y por la uretra esponjosa, hasta la uretra prostática. Se extirpa la próstata, total o parcialmente, o sólo la parte hipertrofiada (*resección transuretral de la próstata, RTUP*). En casos más graves se extirpa toda la próstata, junto con las vesículas seminales, los conductos eyaculadores y las porciones terminales de los conductos deferentes (**prostatectomía radical).**

La RTUP y los procedimientos quirúrgicos mejorados pretenden preservar los nervios y vasos sanguíneos asociados a la cápsula prostática que entran y salen del pene, aumentando la probabilidad de que los pacientes conserven su función sexual tras la intervención, además de restaurar el control normal de la micción.

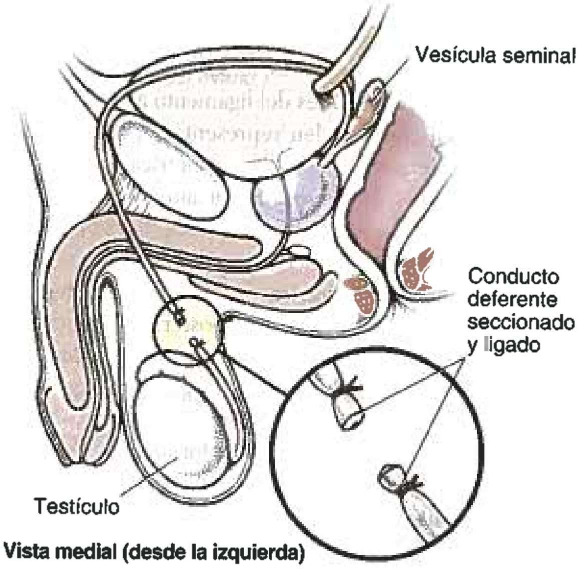

Vesícula seminal
Conducto deferente seccionado y ligado
Testículo
Vista medial (desde la izquierda)

FIGURA C3-11.

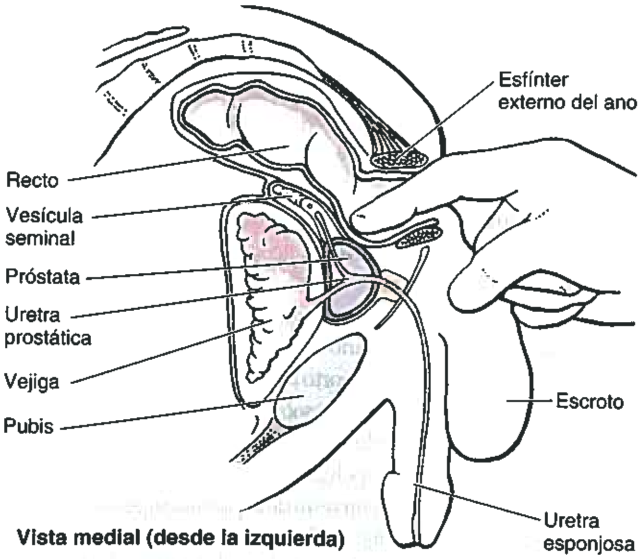


FIGURA C3-12.

Puntos fundamentales

ÓRGANOS GENITALES INTERNOS MASCULINOS

Conducto deferente. El conducto deferente, con forma de cordón, es el componente principal del cordón espermático y transporta los espermatozoides desde el epidídimo hasta el conducto eyaculador. ♦ La porción distal de los conductos es superficial dentro del escroto (y por tanto fácilmente accesible para la deferentectomía o vasectomía) antes de atravesar la pared anterior del abdomen a través del conducto inguinal. ♦ La porción pélvica del conducto se sitúa inmediatamente externa al peritoneo; su porción terminal se agranda externamente mientras su luz se hace tortuosa internamente, formando la ampolla del conducto deferente.

Vesículas seminales, conductos eyaculadores y próstata. Las vesículas seminales, situadas oblicuamente, convergen en la base de la vejiga, donde cada uno de sus conductos se fusiona con el conducto deferente homolateral para formar un conducto eyaculador. ♦ Los dos conductos eyaculadores entran inmediatamente en la cara posterior de la próstata, discurriendo estrechamente paralelos a través de la glándula para desembocar en el colículo seminal. ♦ Los conductos prostáticos desembocan en los senos prostáticos, adyacentes al colículo seminal. De este modo, las principales secreciones glandulares y los espermatozoides llegan a la uretra prostática. ♦ Las vesículas seminales y la próstata producen con mucho la mayor parte del líquido seminal, indispensable para transportar y liberar los espermatozoides. ♦ Estos órganos genitales internos, situados dentro de la pelvis masculina anterior, reciben sangre desde las arterias vesical inferior y rectal media, y drenan en el plexo venoso continuo prostático/vesical. ♦ Las fibras simpáticas procedentes de niveles lumbares estimulan la contracción y secreción que producen la eyaculación. ♦ La función de las fibras parasimpáticas procedentes de S2-4 que inervan los genitales internos no está clara, pero las que atraviesan el plexo nervioso prostático para formar los nervios cavernosos producen la erección.

Órganos genitales internos femeninos

Los órganos genitales internos femeninos comprenden los ovarios, las trompas uterinas, el útero y la vagina.

OVARIOS

Los **ovarios** son las gónadas femeninas, con forma y tamaño de almendra, donde se desarrollan los *ovocitos* (gametos o células germinales femeninas). Son también glándulas endocrinas que producen hormonas reproductoras. Cada ovario está suspendido de un corto pliegue peritoneal o mesenterio, el *mesoovario* (fig. 3-39A). El mesoovario es una subdivisión de un mesenterio más grande del útero, el *ligamento ancho*.

En las mujeres prepúberes, la cápsula de tejido conectivo (*túnica albugínea del ovario*) que forma la superficie del ovario está cubierta por una capa lisa de **mesotelio ovárico** o **epitelio de superficie (germinal)**, una monocapa de células cúbicas que confiere a la superficie un aspecto mate y grisáceo, que contrasta con la superficie brillante del mesoovario peritoneal adyacente con el cual se continúa (fig. 3-39B). Tras la pubertad, el epitelio de superficie del ovario se va volviendo cicatrizal y distorsionado debido a la rotura repetida de folículos ováricos y a la salida de ovocitos durante la ovulación. La cicatrización es menor en las mujeres que han estado tomando anticonceptivos orales que inhiben la ovulación.

Los vasos sanguíneos, los vasos linfáticos y los nervios ováricos cruzan la línea terminal, pasando hacia y desde la cara superolateral del ovario dentro de un pliegue peritoneal, el **ligamento suspensorio del ovario,** que se continúa con el mesoovario del ligamento ancho. El ovario también se fija al útero mediante el corto *ligamento propio del ovario,* que discurre medialmente dentro del mesoovario. En consecuencia, los ovarios se suelen encontrar lateralmente entre el útero y la pared lateral de la pelvis durante la exploración pélvica manual o ecográfica (fig. 3-40). El ligamento propio del ovario es un resto de la porción superior del gubernáculo ovárico del feto (v. fig. 2-17B, p. 206), y conecta el extremo proximal (uterino) del ovario al ángulo lateral del útero, justo inferior a la entrada de la trompa uterina (fig. 3-39A). Dado que el ovario está suspendido en la cavidad peritoneal y su superficie no está cubierta por peritoneo, el ovocito expulsado en la ovulación entra en la cavidad peritoneal. Sin embargo, su vida intraperitoneal es corta ya que normalmente es atrapado por las franjas (fimbrias) del infundíbulo de la trompa uterina y conducido hacia la ampolla, donde podrá ser fertilizado.

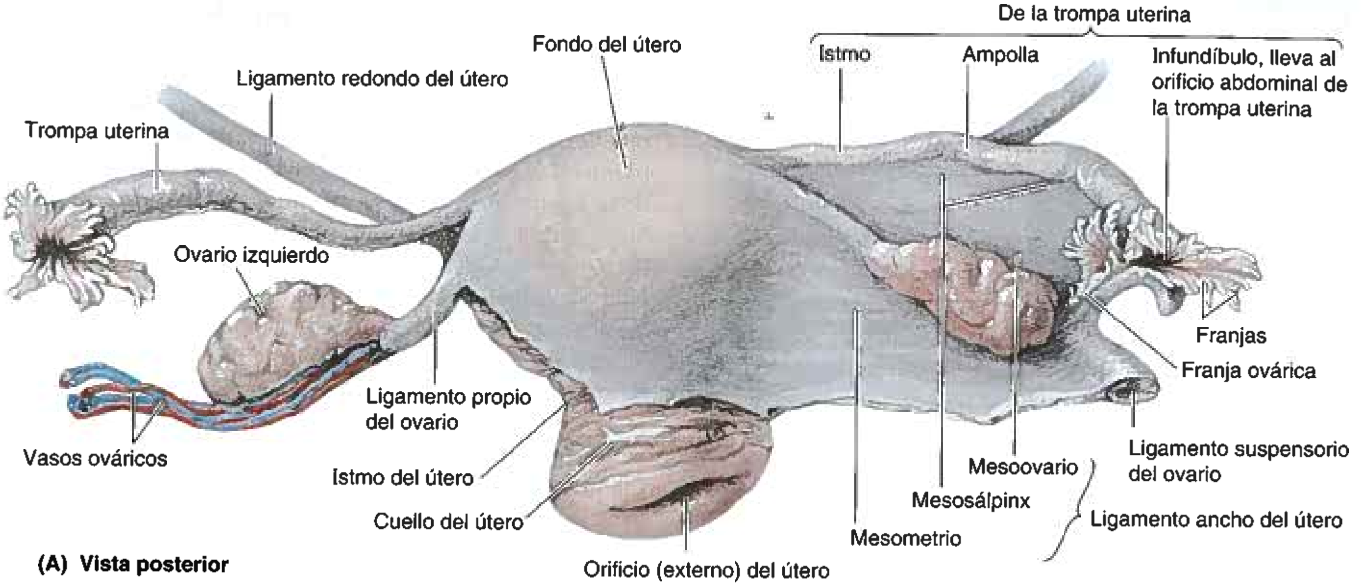
TROMPAS UTERINAS

Las **trompas uterinas** (antiguamente denominadas oviductos o trompas de Falopio) conducen al ovocito, liberado mensualmente desde un ovario durante la edad fértil, desde la cavidad peritoneal periovárica hasta la cavidad uterina. También son el lugar habitual donde tiene lugar la fertilización. Las trompas uterinas se extienden lateralmente desde los *cuernos uterinos,* y se abren a la cavidad peritoneal junto a los ovarios (fig. 3-39A y B).

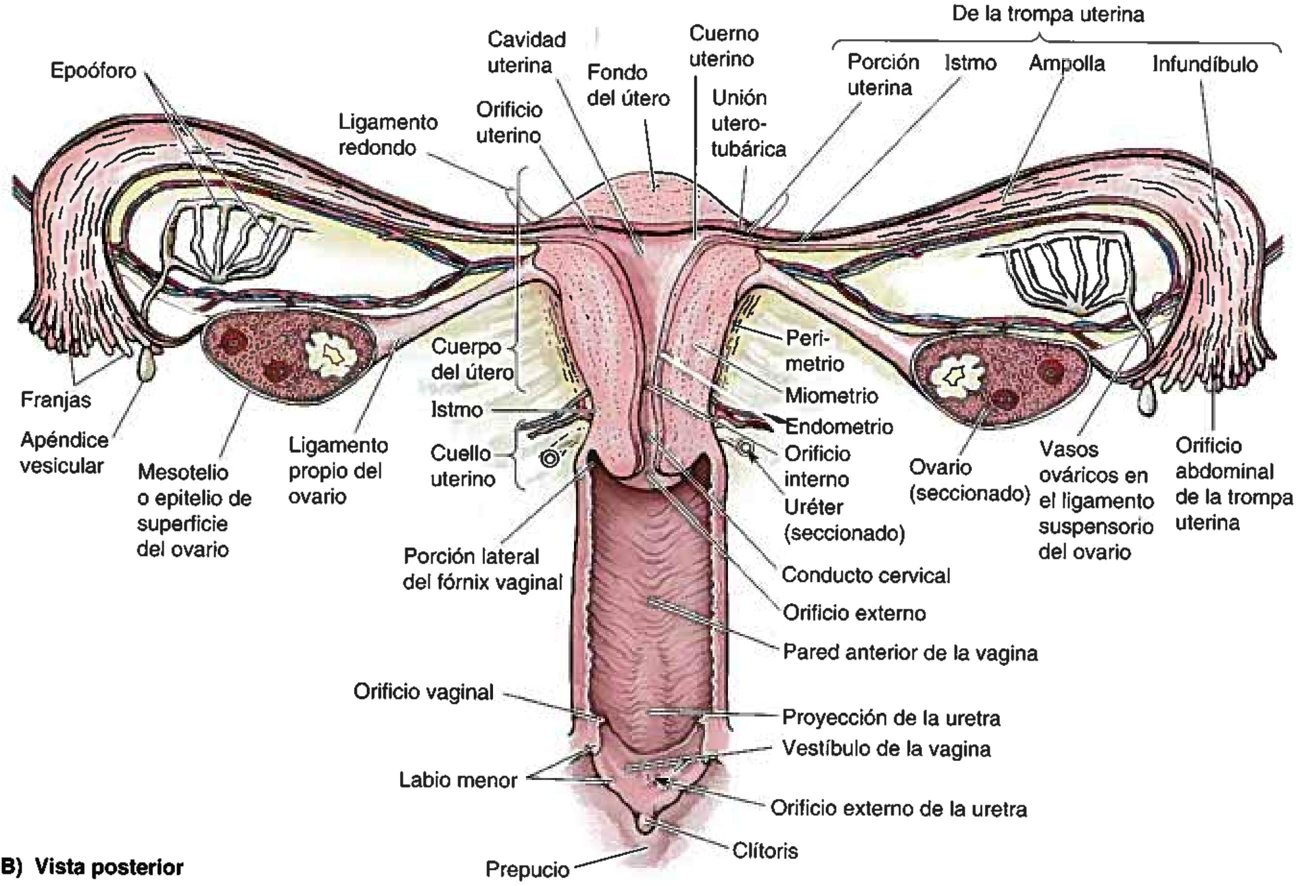
Las trompas uterinas (con una longitud aproximada de 10 cm) se sitúan en un estrecho mesenterio, el **mesosálpinx,** que forma los bordes anterosuperiores libres del ligamento ancho. En la disposición «ideal», tal como suelen representarse, las trompas se extienden posterolateralmente de forma simétrica hacia las paredes laterales de la pelvis, donde se arquean anteriores y superiores a los ovarios sobre el ligamento ancho, situado horizontalmente. En realidad, los estudios ecográficos demuestran que a menudo la posición de las trompas es asimétrica, de forma que con frecuencia una de las dos se sitúa superior o incluso posterior al útero.

Cada trompa uterina puede dividirse en cuatro porciones que, de lateral a medial, son:

1. El **infundíbulo,** el extremo distal, en forma de embudo, que se abre a la cavidad peritoneal a través del **orificio abdominal de la trompa uterina.** Las digitaciones del infundíbulo, las **franjas,** se extienden sobre la cara medial del ovario; una gran **franja ovárica** se fija al polo superior del ovario.


De la trompa uterina
Istmo
Ampolla
Infundíbulo, lleva al orificio abdominal de la trompa uterina
Fondo del útero
Ligamento redondo del útero
Trompa uterina
Ovario izquierdo
Vasos ováricos
Ligamento propio del ovario
Istmo del útero
Cuello del útero
Orificio (externo) del útero
Franjas
Franja ovárica
Ligamento suspensorio del ovario
Mesoovario
Mesosálpinx
Ligamento ancho del útero
Mesometrio

(A) Vista posterior


De la trompa uterina
Porción uterina
Istmo
Ampolla
Infundíbulo
Cuerno uterino
Unión utero-tubárica
Cavidad uterina
Fondo del útero
Orificio uterino
Ligamento redondo
Epoóforo
Franjas
Apéndice vesicular
Mesotelio o epitelio de superficie del ovario
Ligamento propio del ovario
Cuerpo del útero
Istmo
Cuello uterino
Porción lateral del fórnix vaginal
Peri-metrio
Miometrio
Endometrio
Orificio interno
Uréter (seccionado)
Ovario (seccionado)
Vasos ováricos en el ligamento suspensorio del ovario
Orificio abdominal de la trompa uterina
Conducto cervical
Orificio externo
Pared anterior de la vagina
Orificio vaginal
Proyección de la uretra
Vestíbulo de la vagina
Labio menor
Orificio externo de la uretra
Clítoris
Prepucio

(B) Vista posterior

FIGURA 3-39. Genitales femeninos internos. A. Material de disección aislado formado por los ovarios, las trompas uterinas, el útero y estructuras relacionadas. En el lado izquierdo se ha eliminado el ligamento ancho. **B.** Sección coronal que muestra la estructura interna de los órganos genitales femeninos. El epoóforo está formado por una serie de túbulos rudimentarios situados en el mesosálpinx (mesenterio de la trompa uterina). El epoóforo y el apéndice vesicular son vestigios del mesonefro embrionario.

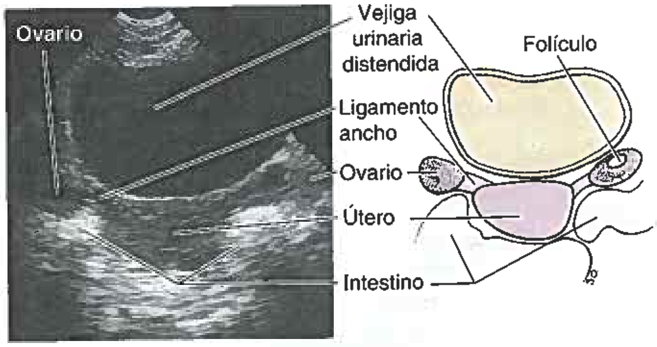

Ovario
Vejiga urinaria distendida
Folículo
Ligamento ancho
Ovario
Útero
Intestino

FIGURA 3-40. Ovarios y útero tal como se aprecian en una ecografía. El diagrama de la derecha es una interpretación gráfica de la imagen.

2. La **ampolla,** la porción más ancha y larga, que se inicia en el extremo medial del infundíbulo; la fertilización del ovocito suele tener lugar en la ampolla.
3. El **istmo,** la porción de paredes gruesas, que entra en el cuerno uterino.
4. La **porción uterina,** el corto segmento intramural que pasa a través de la pared del útero y desemboca, por el orificio uterino de la trompa uterina, en la cavidad uterina al nivel del cuerno uterino.

Vascularización de los ovarios y las trompas uterinas. Las *arterias ováricas* se originan en la aorta abdominal (v. fig. 3-16; tabla 3-4) y descienden a lo largo de la pared posterior del abdomen. Al nivel de la línea terminal cruzan sobre los vasos ilíacos externos y entran en los ligamentos suspensorios del ovario (figura 3-39A), dirigiéndose a las caras laterales de los ovarios y las trompas uterinas. Las ramas ascendentes de las *arterias uterinas* (ramas de las arterias ilíacas internas) discurren por las caras laterales del útero, para alcanzar las caras mediales de los ovarios y las trompas (figs. 3-18B y 3-41). Las arterias ovárica y uterina ascendente se bifurcan finalmente en *ramas ováricas* y *tubáricas*, que irrigan los ovarios y las trompas desde direcciones opuestas y se anastomosan entre sí, proporcionando una circulación colateral de orígenes abdominal y pélvico para ambas estructuras.

Las venas ováricas que drenan el ovario forman un **plexo venoso pampiniforme** en el ligamento ancho, cerca del ovario y la trompa uterina (fig. 3-41). Las venas del plexo suelen fusionarse para formar una sola **vena ovárica,** que abandona la pelvis menor con la arteria ovárica. La vena ovárica derecha asciende para drenar en la *vena cava inferior;* la vena ovárica izquierda drena en la *vena renal izquierda* (fig. 3-19). Las *venas tubáricas* drenan en las *venas ováricas* y el *plexo venoso uterino (uterovaginal)* (fig. 3-41).

Inervación de los ovarios y trompas uterinas. Los nervios descienden junto a los vasos ováricos desde el *plexo ovárico,* y

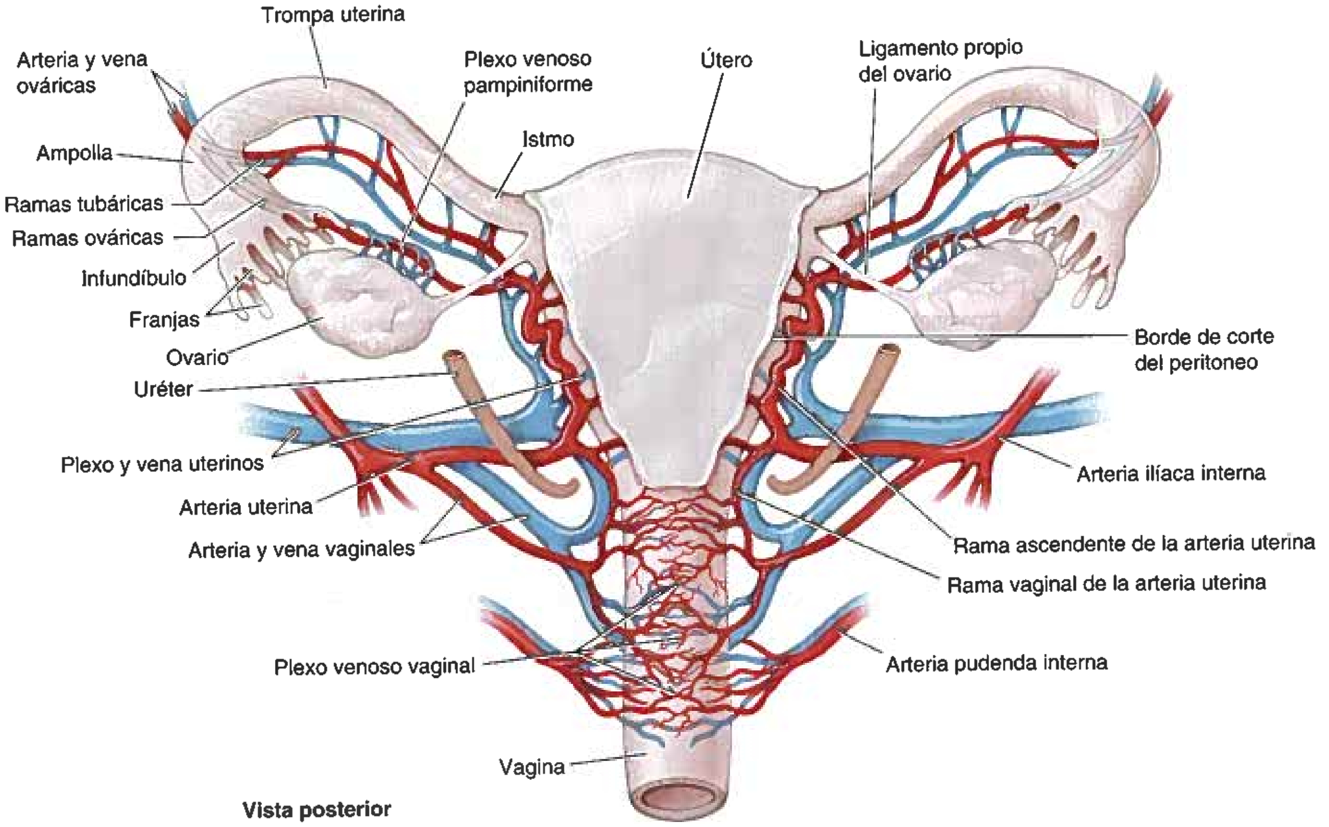

Trompa uterina
Arteria y vena ováricas
Plexo venoso pampiniforme
Útero
Ligamento propio del ovario
Istmo
Ampolla
Ramas tubáricas
Ramas ováricas
Infundíbulo
Franjas
Ovario
Uréter
Borde de corte del peritoneo
Plexo y vena uterinos
Arteria ilíaca interna
Arteria uterina
Arteria y vena vaginales
Rama ascendente de la arteria uterina
Rama vaginal de la arteria uterina
Plexo venoso vaginal
Arteria pudenda interna
Vagina
Vista posterior

FIGURA 3-41. Irrigación arterial y drenaje venoso del útero, la vagina y los ovarios. Se ha eliminado el ligamento ancho a ambos lados del útero para mostrar las ramas anastomosadas de la arteria ovárica, procedente de la aorta, y la arteria uterina, procedente de la arteria ilíaca interna, que irrigan el ovario, las trompas uterinas y el útero. Las venas siguen un patrón parecido, fluyendo retrógradamente respecto a las arterias, pero son más plexiformes, como el plexo pampiniforme relacionado con el ovario y los plexos continuos uterino y vaginal (en conjunto, plexo uterovaginal).

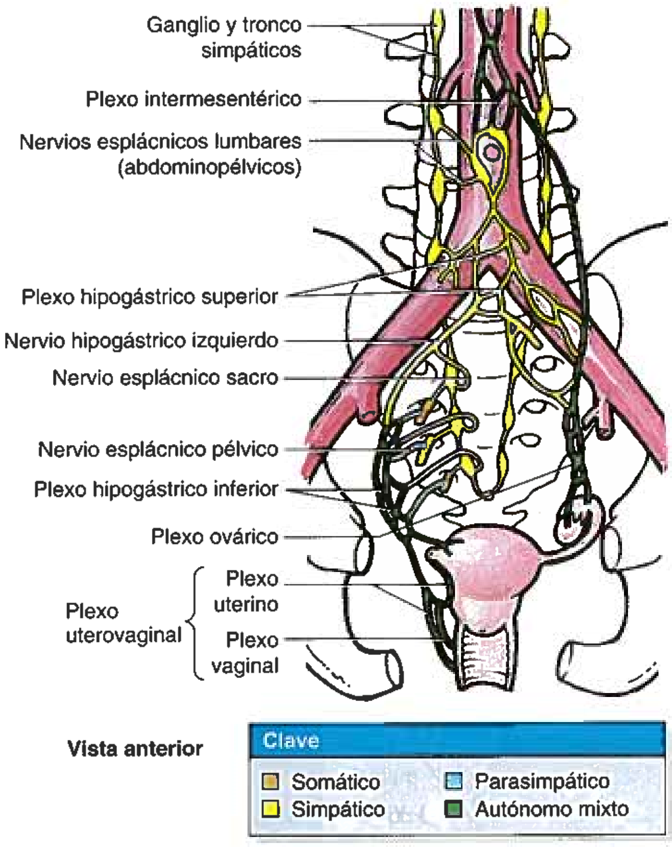

Ganglio y tronco simpáticos
Plexo intermesentérico
Nervios esplácnicos lumbares (abdominopélvicos)
Plexo hipogástrico superior
Nervio hipogástrico izquierdo
Nervio esplácnico sacro
Nervio esplácnico pélvico
Plexo hipogástrico inferior
Plexo ovárico
Plexo uterovaginal
Plexo uterino
Plexo vaginal
Vista anterior
Clave
Somático
Parasimpático
Simpático
Autónomo mixto

FIGURA 3-42. Inervación de los ovarios y los genitales femeninos internos. Además de transportar fibras autónomas (motoras viscerales), estos nervios incluyen fibras aferentes viscerales desde los órganos. La porción inferior de la vagina no se ha representado porque recibe inervación somática.

parcialmente desde el *plexo uterino (pélvico)* (fig. 3-42). Como los ovarios y las trompas uterinas son intraperitoneales y, por tanto, se sitúan superiores a la *línea de dolor de la pelvis* (v. tabla 3-3), las fibras aferentes viscerales de la sensibilidad dolorosa ascienden retrógradamente con las fibras simpáticas del plexo ovárico y los nervios esplácnicos lumbares hasta los cuerpos celulares de los ganglios sensitivos de los nervios espinales T11-L1. Las fibras aferentes viscerales reflejas acompañan a fibras parasimpáticas retrógradamente, a través de los plexos hipogástrico inferior y uterino (pélvico), y los nervios esplácnicos pélvicos, hacia cuerpos celulares en los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4.

ÚTERO

El **útero** (matriz) es un órgano muscular hueco, con paredes gruesas y forma de pera. El embrión y el feto se desarrollan en el útero. Sus paredes musculares se adaptan al crecimiento del feto y posteriormente proporcionan la fuerza necesaria para su expulsión durante el parto. El útero no gestante (no grávido) se sitúa generalmente en la pelvis menor, con el cuerpo apoyado sobre la vejiga urinaria y su cuello entre ésta y el recto (fig. 3-43A).

El útero es una estructura muy dinámica, cuyo tamaño y proporciones cambian con los diversos cambios vitales (v. el cuadro azul «Cambios en la anatomía normal del útero durante la vida», p. 393).

El útero adulto suele estar en *anteversión* (apuntado anterosuperiormente respecto al eje de la vagina) y *anteflexión* (el cuerpo del útero está flexionado o inclinado anteriormente, en relación con el cuello del útero, creando el *ángulo de flexión*), de manera que su masa se sitúa sobre la vejiga urinaria. Por lo tanto, cuando la vejiga urinaria está vacía, el útero se sitúa típicamente en un plano casi transversal (fig. 3-44A). La posición del útero varía con el grado de repleción de la vejiga urinaria (fig. 3-44B) y el recto. Aunque su tamaño varía considerablemente, el útero no gestante suele medir 7,5 cm de largo, 5 cm de ancho y 2 cm de fondo, y pesa aproximadamente 90 g. El útero puede dividirse en dos porciones principales (fig. 3-43B): el cuerpo y el cuello.

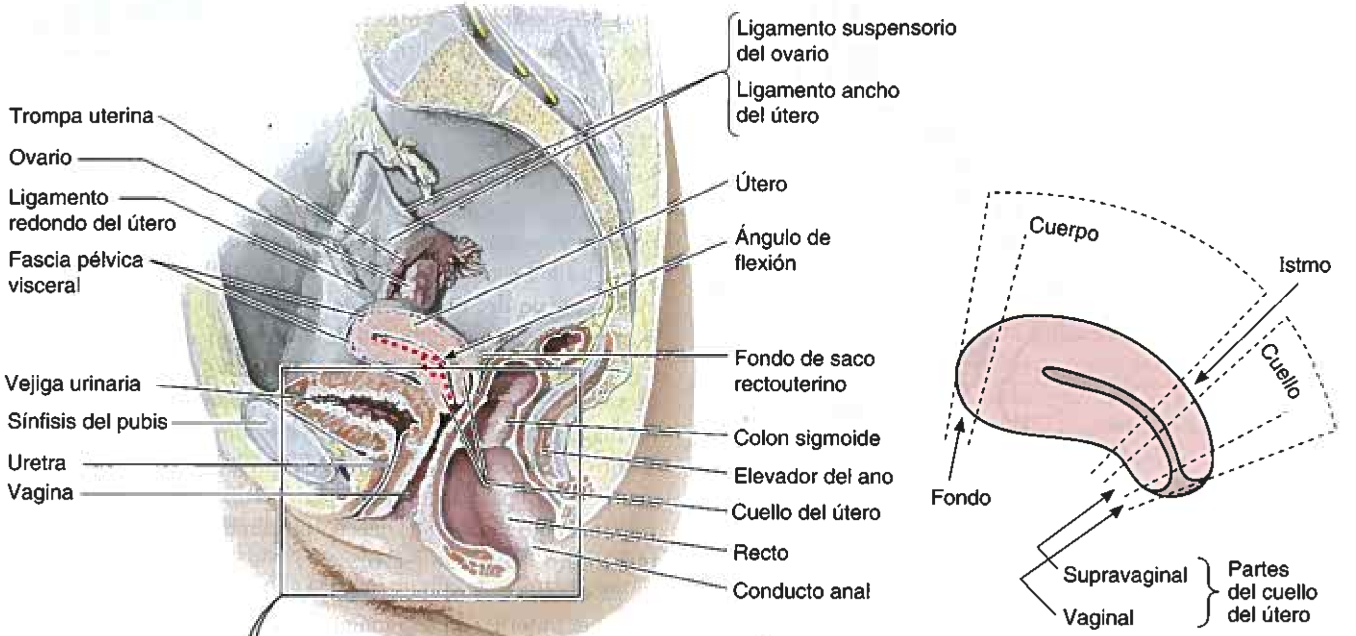
El **cuerpo del útero,** que forma los dos tercios superiores de la estructura, incluye el **fondo del útero,** la parte redondeada del cuerpo que se sitúa superior a los orificios uterinos de las trompas uterinas (v. fig. 3-39B). El cuerpo del útero se sitúa entre las capas del ligamento ancho y puede moverse libremente (fig. 3-39A). Tiene dos caras: vesical (relacionada con la vejiga) e intestinal. El cuerpo está separado del cuello por el **istmo del útero,** la región relativamente constreñida del cuerpo (alrededor de 1 cm de longitud) (figs. 3-39A y B, y 3-43B).

El **cuello del útero** es el tercio inferior, estrecho y cilíndrico, del útero, con una longitud de aproximadamente 2,5 cm en la mujer adulta no gestante. A efectos descriptivos se divide en dos porciones: una **porción supravaginal,** entre el istmo y la vagina, y una **porción vaginal,** que protruye en la vagina (fig. 3-43B) y rodea el **orificio (externo) del útero,** siendo a su vez rodeada por un estrecho receso, el *fórnix de la vagina* (fig. 3-43C). La porción supravaginal del cuello está separada de la vejiga urinaria, anteriormente, por tejido conectivo laxo, y del recto, posteriormente, por el *fondo de saco rectouterino* (fig. 3-43A).

La **cavidad uterina,** con forma de hendidura, tiene una longitud aproximada de 6 cm desde el orificio del útero hasta la pared del fondo (fig. 3-39B). Los **cuernos uterinos** son las regiones superolaterales de la cavidad uterina, por donde entran las trompas uterinas. La cavidad uterina se continúa inferiormente como el **conducto del cuello del útero.** Este conducto fusiforme se extiende desde un estrechamiento dentro del istmo del cuerpo del útero, el **orificio anatómico interno,** a través de las porciones supravaginal y vaginal del cuello, comunicándose con la luz de la vagina a través del orificio externo. La cavidad uterina (en particular el conducto del cuello del útero) y la luz de la vagina constituyen conjuntamente el *canal del parto* a través del cual pasará el feto al final de la gestación.

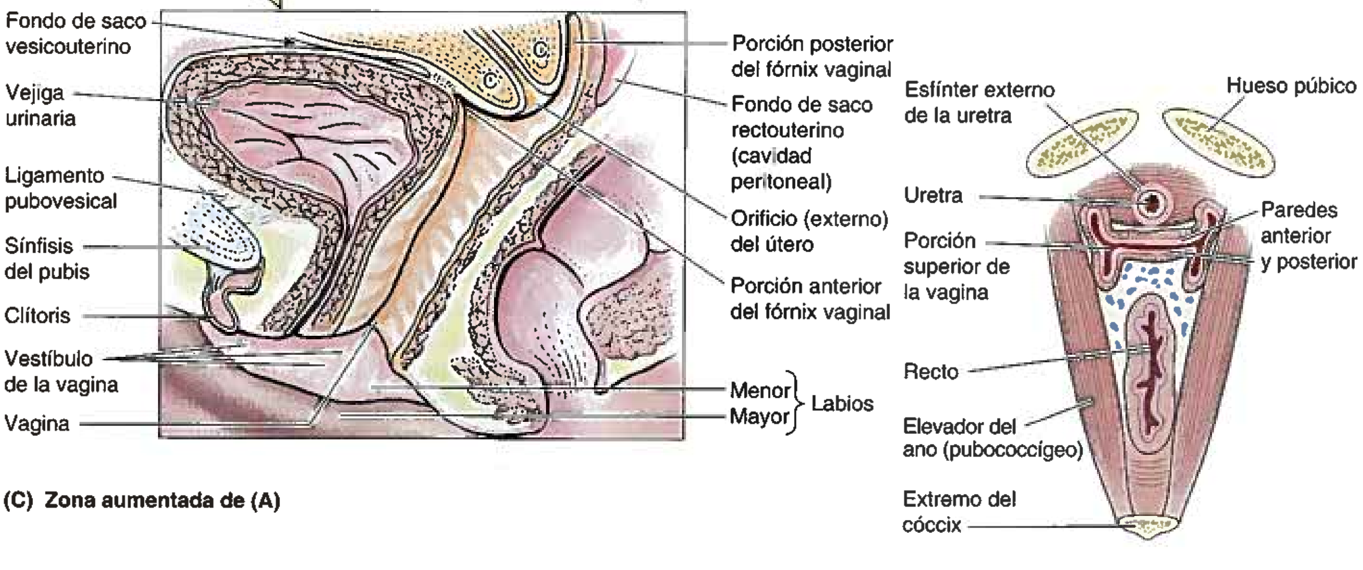
La pared del cuerpo del útero consta de tres capas:

- **Perimetrio,** la capa serosa externa, formada por peritoneo apoyado en una delgada capa de tejido conectivo.
- **Miometrio,** la capa muscular media de músculo liso, que se distiende notablemente (se hace más ancha pero más fina) durante el embarazo. Las ramas principales de los vasos sanguíneos y los nervios del útero se localizan en esta capa. Durante el parto, la contracción del miometrio es estimulada hormonalmente a intervalos cada vez más cortos para dilatar el orificio del cuello


Ligamento suspensorio del ovario
Ligamento ancho del útero
Trompa uterina
Ovario
Ligamento redondo del útero
Fascia pélvica visceral
Útero
Ángulo de flexión
Vejiga urinaria
Sínfisis del pubis
Uretra
Vagina
Fondo de saco rectouterino
Colon sigmoide
Elevador del ano
Cuello del útero
Recto
Conducto anal
Cuerpo
Istmo
Cuello
Fondo
Supravaginal
Vaginal
Partes del cuello del útero

(A) Vista sagital media

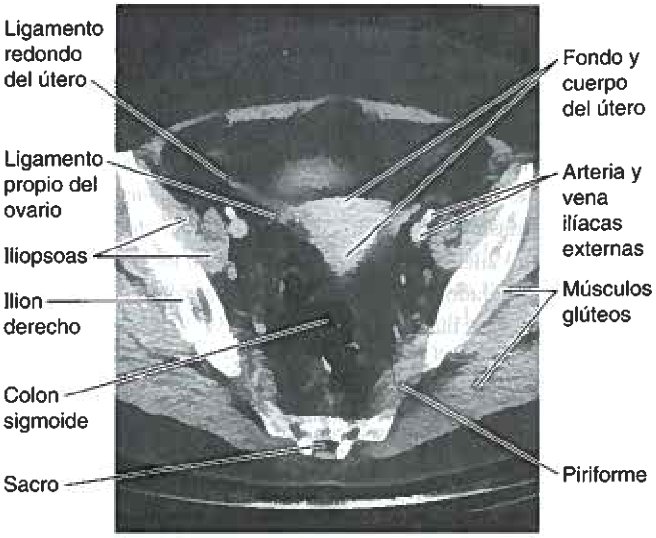
(B) Vista lateral izquierda


Fondo de saco vesicouterino
Vejiga urinaria
Ligamento pubovesical
Sínfisis del pubis
Clítoris
Vestíbulo de la vagina
Vagina
C
C
Porción posterior del fórnix vaginal
Fondo de saco rectouterino (cavidad peritoneal)
Orificio (externo) del útero
Porción anterior del fórnix vaginal
Menor
Mayor
Labios
Esfínter externo de la uretra
Hueso púbico
Uretra
Paredes anterior y posterior
Porción superior de la vagina
Recto
Elevador del ano (pubococcígeo)
Extremo del cóccix

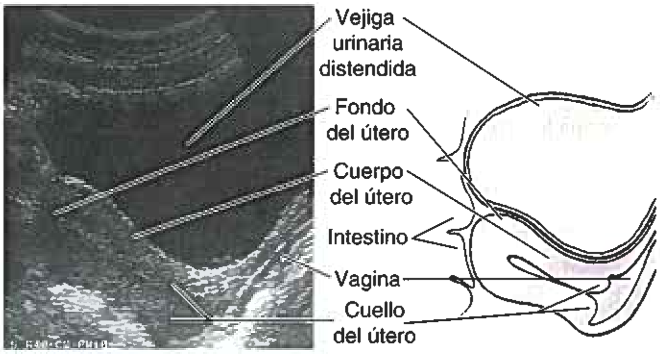
(C) Zona aumentada de (A)

(D) Vista inferior de una sección transversal

FIGURA 3-43. Útero y vagina. A y B. Se muestra la disposición del útero *in situ* (A) y aislado (B), en secciones sagitales medias. A. Cuando la vejiga está vacía, el útero típico se dispone en anteversión y anteflexión. B. Las dos partes principales del útero, el cuerpo y el cuello, están separadas por el istmo. Es importante conocer las subdivisiones adicionales de estas partes principales para, p. ej., describir la localización de tumores, las zonas de inserción de la placenta, y plantearse las consecuencias. C es una vista aumentada de la *zona recuadrada* en A. Adviértase en (A) y (C) que los ejes de la uretra y de la vagina son paralelos, y que la uretra se adhiere a la pared anterior de la vagina. La inserción de un dedo en la vagina puede ayudar a guiar la inserción de una sonda en la vejiga a través de la uretra. D. Sección transversal de los órganos pélvicos inferiores femeninos cuando atraviesan el suelo de la pelvis a través del hiato urogenital (el espacio situado entre los lados derecho e izquierdo del elevador del ano) que muestra la disposición habitual de las luces, sin distender.



(A) TC transversa



(B) Ecografía longitudinal (media)

FIGURA 3-44. Imágenes de las vísceras pélvicas. A. Como el útero se dispone casi horizontalmente cuando está en anteversión y anteflexión sobre la vejiga, en esta TC transversa aparece la mayor parte de su cuerpo, incluido el fondo. (Cortesía del Dr. Donald R. Cahill, Department of Anatomy, Mayo Medical School, Rochester, MN.) **B.** Cuando la vejiga urinaria está completamente distendida provoca la retroversión del útero y disminuye su ángulo de flexión, por lo que se produce pasajeramente una retroversión y una retroflexión uterinas. Compárese con la figura 3-43A. (Cortesía del Dr. A. M. Arenson, Assistant Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, ON, Canada.)

del útero y expulsar el feto y la placenta. Durante la menstruación, las contracciones del miometrio pueden provocar espasmos dolorosos.

- **Endometrio,** la capa mucosa interna, que se adhiere firmemente al miometrio y participa de forma activa en el ciclo menstrual, variando su estructura en cada etapa. Si se produce la concepción, el blastocisto se implanta en esta capa; si no se produce la concepción, la superficie interna de esta cubierta se desprende durante la menstruación.

El contenido de tejido muscular del cuello es notablemente inferior al del cuerpo del útero. El cuello es mayoritariamente fibroso, y está compuesto principalmente por colágeno y por pequeñas cantidades de músculo liso y elastina.

Ligamentos del útero. Externamente, el **ligamento propio del ovario** se une al útero posteroinferior a la unión uterotubárica (fig. 3-39A y B). El **ligamento redondo del útero** se une anteroinferiormente a esa unión. Estos dos ligamentos son vestigios del *gubernáculo ovárico*, relacionado con el descenso de la gónada desde su lugar de desarrollo en la pared posterior del abdomen (fig. 2-17A).

El **ligamento ancho del útero** es una capa doble de peritoneo (mesenterio) que se extiende desde los lados del útero hasta las paredes laterales y el suelo de la pelvis (fig. 3-39A). Este ligamento ayuda a mantener el útero relativamente centrado en la pelvis. Las dos capas del ligamento se continúan una con otra en un borde libre, que rodea la trompa uterina. Lateralmente, el peritoneo del ligamento ancho se prolonga superiormente sobre los vasos ováricos como *ligamento suspensorio del ovario*. Entre las capas del ligamento ancho a cada lado del útero, el *ligamento propio del ovario* se sitúa posterosuperiormente y el *ligamento redondo del útero* anteroinferiormente. La trompa uterina se sitúa en el borde libre anterosuperior del ligamento ancho, dentro de un pequeño mesenterio denominado *mesosálpinx*. De forma parecida, el ovario se encuentra dentro de un pequeño mesenterio llamada *mesoovario* en la cara posterior del ligamento ancho. La porción principal del ligamento ancho, inferior al mesosálpinx y al mesoovario, actúa como un mesenterio para el útero y es el **mesometrio.**

El útero es una estructura densa que se sitúa en el centro de la cavidad pélvica. Los soportes principales del útero que lo mantienen en esa posición son dinámicos y pasivos. El *soporte dinámico del útero* lo aporta el diafragma pélvico. Su tono durante la sedestación, la bipedestación y la contracción activa durante los periodos de aumento de la presión intraabdominal (estornudo, tos, etc.) se transmite a través de los órganos pélvicos circundantes y la fascia endopelviana en que están embebidos. El *soporte pasivo del útero* se debe a su posición —la forma en que el útero se apoya normalmente en *anteversión* y *anteflexión* sobre la parte superior de la vejiga urinaria. Cuando aumenta la presión intraabdominal, el útero es comprimido contra la vejiga. El cuello del útero es la parte menos móvil del útero, debido al soporte pasivo proporcionado por condensaciones de fascia endopelviana (ligamentos), que también pueden contener músculo liso (figs. 3-13 y 3-14):

- Los *ligamentos cardinales* o *cervicales transversos* se extienden desde el cuello del útero supravaginal y porciones laterales del fórnix de la vagina hasta las paredes laterales de la pelvis (fig. 3-14).
- Los *ligamentos uterosacros* discurren, superiores y ligeramente posteriores, desde los lados del cuello del útero hasta el centro del sacro; pueden palparse en un tacto rectal.

Conjuntamente, estos soportes pasivos y activos mantienen al útero centrado en la cavidad pélvica y resisten la tendencia de éste a caer o ser empujado a través de la vagina (v. el cuadro azul «Disposición del útero y prolapso uterino», p. 392).

Relaciones del útero. El peritoneo cubre el útero anterior y superiormente, excepto en el cuello del útero (fig. 3-39A). El peritoneo se refleja anteriormente desde el útero sobre la vejiga urinaria y, posteriormente, sobre la porción posterior del fórnix de la vagina hacia el recto (fig. 3-43A). Anteriormente, el cuerpo del útero está separado de la vejiga urinaria por el **fondo de saco vesicouterino,** donde el peritoneo se refleja desde el útero hacia el borde posterior de la cara superior de la vejiga. Posteriormente, el cuerpo y la porción supravaginal del cuello del útero están separados del colon sigmoide por una capa de peritoneo y la cavidad peritoneal, y del recto por el *fondo de saco rectouterino*. Lateralmente, la arteria uterina cruza el uréter superiormente, cerca del cuello del útero (fig. 3-41).

En resumen, las relaciones del útero son (fig. 3-45):

- *Anteriormente* (anteroinferiormente en la posición normal de anteversión): el fondo de saco vesicouterino y la cara superior de la vejiga; la porción supravaginal del cuello del útero se relaciona con la vejiga urinaria y sólo está separada de ella por tejido conectivo fibroso.
- *Posteriormente:* el fondo de saco rectouterino que contiene asas de intestino delgado y la cara anterior del recto; en este lugar, únicamente la fascia visceral pélvica que une el recto y el útero resiste los aumentos de presión intraabdominal.
- *Lateralmente:* el ligamento ancho peritoneal que flanquea el cuerpo del útero y los ligamentos cardinales, fasciales, a cada lado del cuello uterino y la vagina; en la transición entre los dos ligamentos, los uréteres discurren anteriormente y un poco superiores a la porción lateral del fórnix de la vagina, e inferiores a las arterias uterinas, generalmente unos 2 cm laterales a la porción supravaginal del cuello uterino (figura 3-13A).

Vascularización del útero. La irrigación del útero deriva principalmente de las *arterias uterinas*, con posible aporte colateral de las arterias ováricas (v. fig. 3-41). Las *venas uterinas* entran en el ligamento ancho con las arterias y forman un **plexo venoso uterino** a ambos lados del cuello del útero. Las venas de este plexo drenan en las venas ilíacas internas.

VAGINA

La **vagina** es un tubo musculomembranoso (con una longitud de 7-9 cm) que se extiende desde el cuello del útero hasta el **orificio vaginal,** la abertura en el extremo inferior de la vagina (figs. 3-39B y 3-43A y C). El **vestíbulo de la vagina,** la hendidura entre los labios menores, contiene los orificios externo de la uretra y vaginal, y las desembocaduras de las glándulas vestibulares mayores y menores. El extremo superior de la vagina rodea el cuello del útero.

La vagina:

- Sirve como conducto para el flujo menstrual.
- Forma la parte inferior del canal del parto.

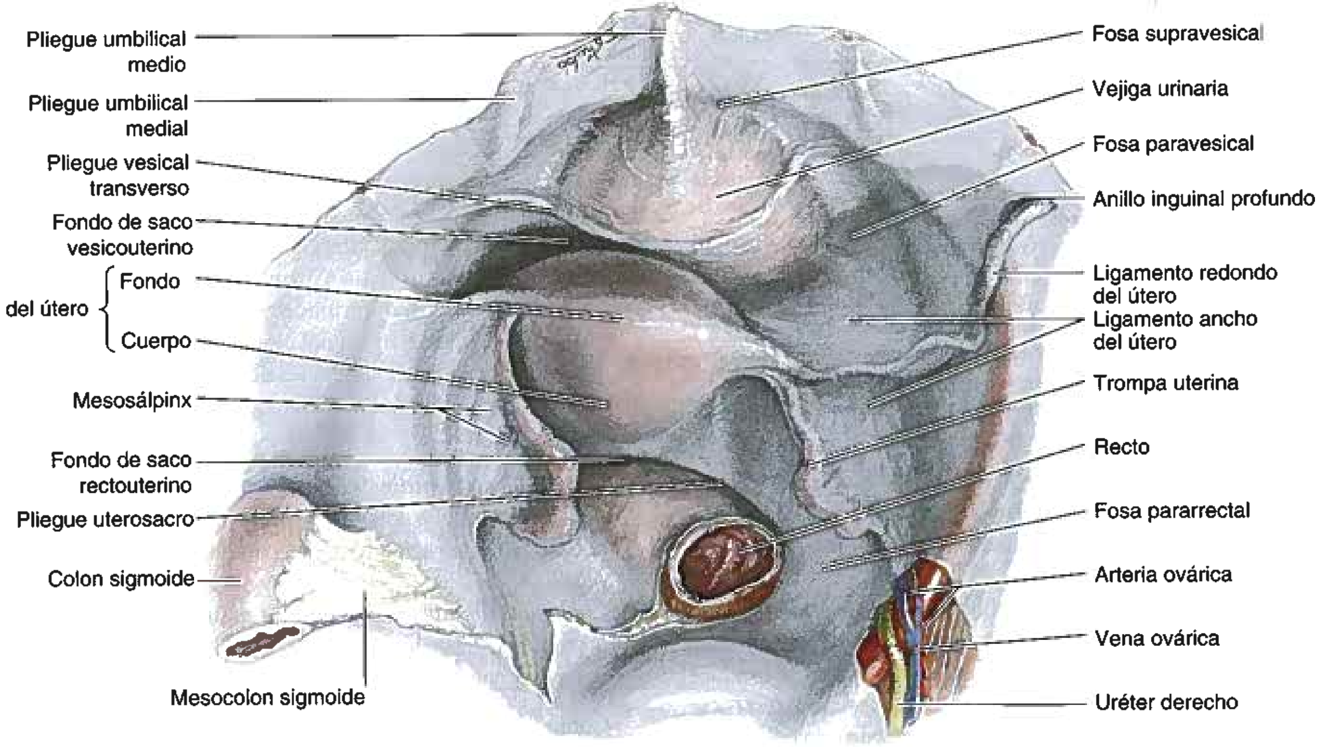

Pliegue umbilical medio
Pliegue umbilical medial
Pliegue vesical transverso
Fondo de saco vesicouterino
del útero
Fondo
Cuerpo
Mesosálpinx
Fondo de saco rectouterino
Pliegue uterosacro
Colon sigmoide
Mesocolon sigmoide
Fosa supravesical
Vejiga urinaria
Fosa paravesical
Anillo inguinal profundo
Ligamento redondo del útero
Ligamento ancho del útero
Trompa uterina
Recto
Fosa pararrectal
Arteria ovárica
Vena ovárica
Uréter derecho

FIGURA 3-45. Relaciones de las vísceras pélvicas femeninas. El peritoneo está intacto, revistiendo la cavidad pélvica y cubriendo la cara superior de la vejiga, el fondo y el cuerpo del útero, y gran parte del recto. En este cadáver en posición supina, la trompa uterina y el mesosálpinx cuelgan en los dos lados, impidiendo ver los ovarios. En general el útero está situado asimétricamente, como en esta ilustración. El ligamento redondo del útero sigue el mismo recorrido subperitoneal que el conducto deferente del varón.

- Recibe al pene y la eyaculación durante el coito.
- Se comunica superiormente con el *conducto del cuello del útero* e inferiormente con el vestíbulo de la vagina.

La vagina normalmente está colapsada. El orificio suele colapsarse hacia la línea media, de modo que sus paredes anterior y posterior contactan a cada lado de una hendidura anteroposterior. Sin embargo, superiormente al orificio, las paredes anterior y posterior están en contacto a cada lado de una cavidad potencial transversal, con forma de H en un corte transversal (fig. 3-43D), salvo en su extremo superior, donde el cuello del útero las separa. La vagina se sitúa posterior a la vejiga urinaria y la uretra; esta última se proyecta en su pared inferior anterior (fig. 3-39B). Asimismo, se sitúa anterior al recto, pasando entre los bordes mediales de los elevadores del ano (puborrectal). En el **fórnix de la vagina**, el receso alrededor del cuello del útero, se describen unas porciones *anterior*, *posterior* y *laterales*. La **porción posterior del fórnix vaginal** es la porción más profunda y está íntimamente relacionada con el fondo de saco rectouterino.

Cuatro músculos comprimen la vagina y actúan como esfínteres: **pubovaginal,** *esfínter externo de la uretra,* **esfínter uretrovaginal** y *bulboesponjoso* (fig. 3-46).

Las relaciones de la vagina son (fig. 3-27):

- Anteriormente, el fondo de la vejiga urinaria y la uretra.
- Lateralmente, el elevador del ano, la fascia pélvica visceral y los uréteres.
- Posteriormente (de inferior a superior), el conducto anal, el recto y el fondo de saco rectouterino.

VASCULARIZACIÓN DE LA VAGINA

Las arterias que irrigan la porción superior de la vagina derivan de las *arterias uterinas;* las que irrigan las porciones media e inferior de la vagina derivan de las *arterias vaginales* y de la *pudenda interna* (figs. 3-18 y 3-41).

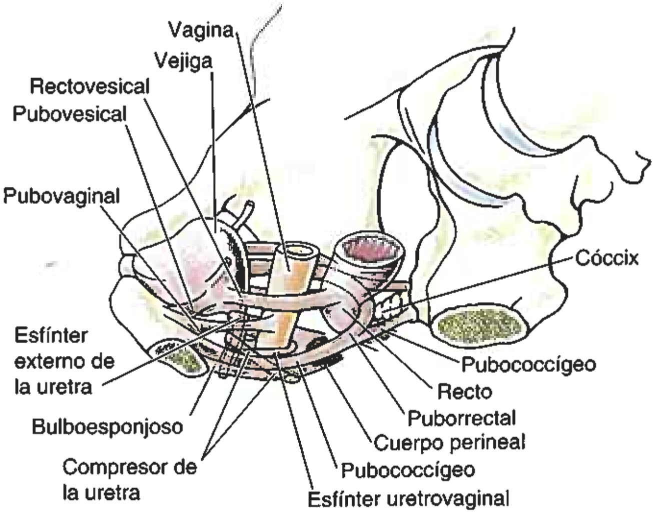
Las venas forman los **plexos venosos vaginales** a los lados de la vagina y en la mucosa vaginal (fig. 3-41). Estas venas comunican con el *plexo venoso uterino* como **plexo uterovaginal,** y drenan en las venas ilíacas internas a través de la vena uterina. Este plexo también se comunica con los plexos venosos vesical y rectal.

INERVACIÓN DE LA VAGINA Y EL ÚTERO

Únicamente entre el quinto y el cuarto inferior de la vagina es somática en lo referente a su inervación. La inervación de esta porción de la vagina procede del *nervio perineal profundo,* un ramo del *nervio pudendo,* que transporta fibras simpáticas y viscerales aferentes, pero no fibras parasimpáticas (fig. 3-47). Únicamente esta parte que cuenta con inervación somática es sensible al tacto y a la temperatura, incluso a pesar de que las fibras somáticas y viscerales aferentes tienen los cuerpos celulares en los mismos ganglios espinales (S2-4).

La inervación de la mayor parte de la vagina (los tres cuartos a cuatro quintos superiores) es visceral. Los nervios de esta porción derivan del **plexo nervioso uterovaginal,** que discurre con la arteria uterina en la unión de la base del ligamento ancho (peritoneal) y la parte superior del ligamento cervical transverso (fascial). El plexo uterovaginal es un plexo pélvico que se extiende hacia las vísceras pélvicas desde el plexo hipogástrico inferior. A través de este plexo discurren fibras simpáticas, parasimpáticas y aferentes viscerales.

La inervación simpática se origina en los segmentos torácicos inferiores de la médula espinal y discurre a través de *nervios esplácnicos lumbares* y la serie de plexos intermesentérico-hipogástrico-pélvicos. La inervación parasimpática se origina en los segmentos S2-S4 de la médula espinal y discurre a través de *nervios esplácnicos pélvicos* hacia el plexo hipogástrico inferior-uterovaginal. La inervación aferente visceral de las porciones superior (intraperitoneal; fondo y cuerpo) e inferior (subperitoneal; cuello) del útero y de la vagina difiere en cuanto a su recorrido y destino. Las fibras aferentes viscerales, que transportan sensaciones dolorosas desde el fondo y el cuerpo del útero intraperitoneales (superiores a la *línea de dolor de la pelvis*), viajan de forma retrógrada con las fibras simpáticas hacia los ganglios sensitivos de nervios espinales torácicos inferiores-lumbares superiores; las que proceden del cuello del útero y la vagina subperitoneales (inferiores a la línea de dolor de la pelvis) discurren retrógradamente con las fibras parasimpáticas hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4. Las dos vías diferentes que siguen las fibras para las sensaciones dolorosas viscerales son clínicamente relevantes ya que ofrecen a las embarazadas distintas modalidades de anestesia para el parto (v. el cuadro azul «Anestesia durante el parto», p. 397). Todas las fibras aferentes viscerales del útero y la vagina que no están implicadas con sensaciones dolorosas (las que transportan sensaciones inconscientes) siguen también la última vía.



Vista lateral izquierda (y ligeramente superior)

FIGURA 3-46. Músculos de compresión de la uretra y la vagina. Los músculos que comprimen la vagina y actúan como esfínteres son el pubovaginal, el esfínter externo de la uretra (especialmente la porción uretrovaginal del esfínter) y el bulboesponjoso. El compresor de la uretra y el esfínter externo de la uretra comprimen la uretra.

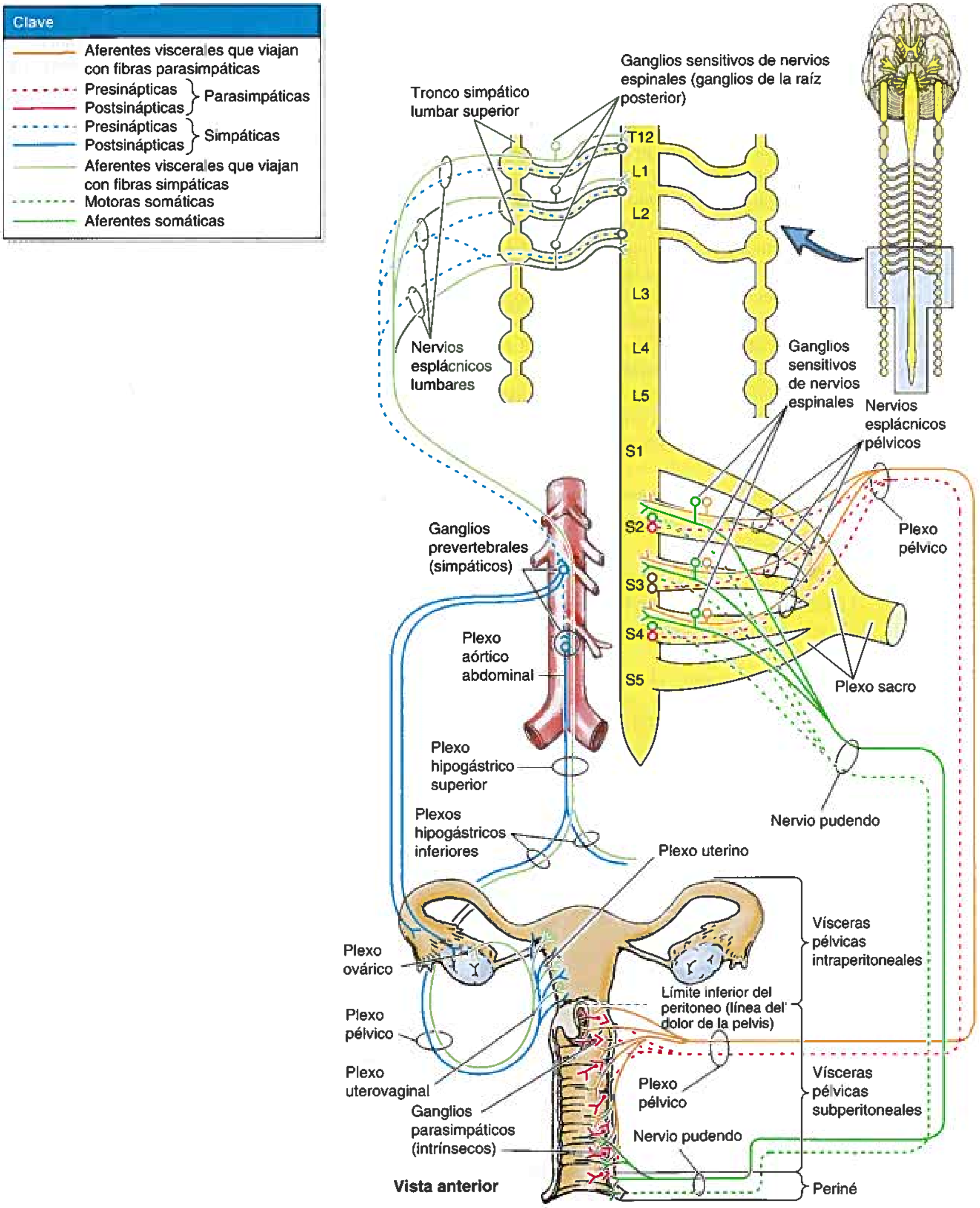

Clave
Aferentes viscerales que viajan con fibras parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Parasimpáticas
Presinápticas
Postsinápticas
Simpáticas
Aferentes viscerales que viajan con fibras simpáticas
Motoras somáticas
Aferentes somáticas
Ganglios sensitivos de nervios espinales (ganglios de la raíz posterior)
Tronco simpático lumbar superior
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Nervios esplácnicos lumbares
Ganglios sensitivos de nervios espinales
Nervios esplácnicos pélvicos
Plexo pélvico
Ganglios prevertebrales (simpáticos)
Plexo aórtico abdominal
Plexo sacro
Plexo hipogástrico superior
Nervio pudendo
Plexos hipogástricos inferiores
Plexo uterino
Vísceras pélvicas intraperitoneales
Plexo ovárico
Límite inferior del peritoneo (línea del dolor de la pelvis)
Plexo pélvico
Plexo uterovaginal
Plexo pélvico
Vísceras pélvicas subperitoneales
Ganglios parasimpáticos (intrínsecos)
Nervio pudendo
Vista anterior
Periné

FIGURA 3-47. Inervación de los órganos genitales internos femeninos. Los nervios esplácnicos pélvicos, que se originan en los ramos anteriores S2-4, aportan fibras parasimpáticas motoras al útero y la vagina (y fibras vasodilatadoras para el tejido eréctil del clítoris y del bulbo del vestíbulo, que no se muestran). Las fibras simpáticas presinápticas atraviesan el tronco simpático y pasan por los nervios esplácnicos lumbares para hacer sinapsis en ganglios prevertebrales con fibras postsinápticas; estas últimas fibras viajan por los plexos hipogástricos superior e inferior hasta alcanzar las vísceras pélvicas. Las fibras aferentes viscerales que conducen los impulsos dolorosos desde estructuras intraperitoneales (como el cuerpo del útero) viajan con las fibras simpáticas hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales T12-L2. Las fibras aferentes viscerales que conducen los impulsos dolorosos desde estructuras subperitoneales, como el cuello uterino y la vagina (es decir, el canal del parto), viajan con fibras parasimpáticas hasta los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4. La sensación somática procedente del orificio vaginal también alcanza los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4, a través del nervio pudendo. Además, las hormonas provocan contracciones musculares del útero.

GENITALES INTERNOS FEMENINOS

Infecciones del tracto genital femenino

Debido a que el tracto genital femenino comunica con la cavidad peritoneal a través de los orificios abdominales de las trompas uterinas, las infecciones de la vagina, el útero y las trompas pueden causar *peritonitis*. A la inversa, la inflamación de la trompa **(salpingitis)** puede deberse a infecciones que se extienden desde la cavidad peritoneal. Una importante causa de esterilidad en la mujer es el bloqueo de las trompas uterinas, a menudo debido a una salpingitis.

Permeabilidad de las trompas uterinas

HISTEROSALPINGOGRAFÍA

La permeabilidad de las trompas uterinas puede determinarse mediante una **histerosalpingografía,** una técnica radiográfica en la cual se inyecta un material radiopaco hidrosoluble o dióxido de carbono gaseoso en el útero y las trompas a través del orificio externo del útero. El contraste viaja por la cavidad uterina y las trompas uterinas (*puntas de flecha* en la fig. C3-13). La acumulación del material radiopaco o la aparición de burbujas de gas en la región de las fosas pararrectales de la cavidad peritoneal indica que las trompas son permeables.

ENDOSCOPIA

La permeabilidad de las trompas uterinas también puede determinarse mediante **histeroscopia**, la exploración del interior de las trompas mediante un instrumento endoscópico estrecho (*histeroscopio*) introducido a través de la vagina y el útero.

Ligadura de las trompas uterinas

La ligadura de las trompas uterinas es un método quirúrgico para el control de la natalidad. Los ovocitos liberados por los ovarios que entran en las trompas de estas pacientes degeneran y pronto son absorbidos. La mayoría de esterilizaciones quirúrgicas se lleva a cabo mediante ligadura tubárica abdominal o mediante ligadura tubárica laparoscópica. La **ligadura tubárica abdominal** abierta suele realizarse a través de una pequeña incisión suprapúbica, justo en la línea del vello púbico (fig. C3-14A), y consiste en la sección de la trompa, a menudo extirpando un segmento, y su cierre mediante una ligadura. La **ligadura tubárica laparoscópica** se realiza con un laparoscopio de fibra óptica que se introduce a través de una pequeña incisión, generalmente junto al ombligo (fig. C3-14B). En esta técnica, la continuidad tubárica se interrumpe cauterizando o aplicando anillos o clips.

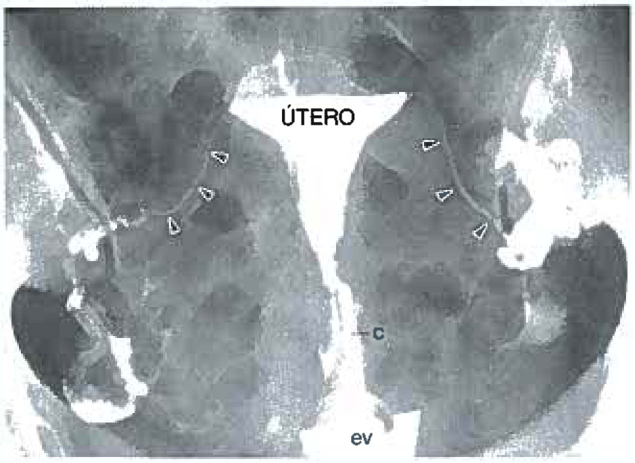
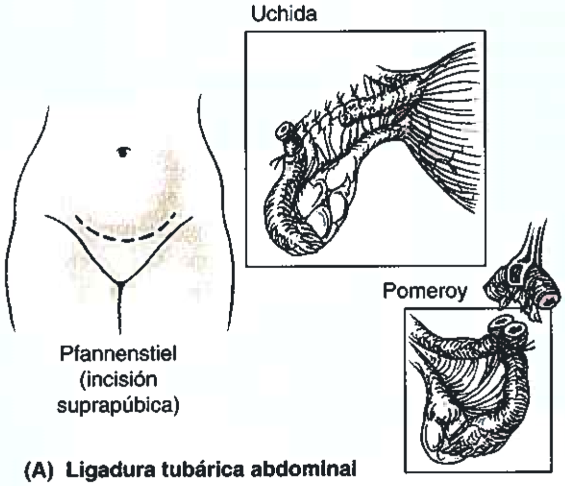
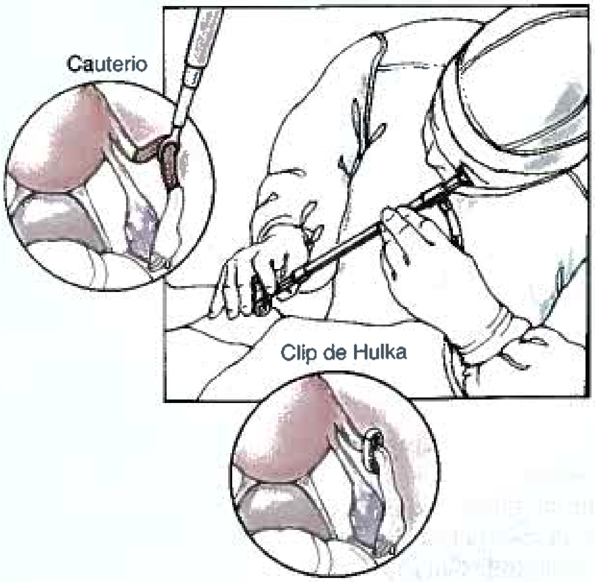


FIGURA C3-13. Histerosalpingografía. *Puntas de flecha*, trompas uterinas; c, catéter en el conducto del cuello del útero; ev, espéculo vaginal.



(A) Ligadura tubárica abdominal



(B) Ligadura tubárica laparoscópica

FIGURA C3-14.

Embarazo ectópico tubárico

En algunas mujeres pueden aparecer acúmulos de pus en la trompa uterina **(piosálpinx),** y ésta puede ocluirse total o parcialmente por adherencias. En estos casos, es posible que el blastocisto no logre traspasar la trompa y alcanzar el útero, a pesar de que los espermatozoides han sido, evidentemente, capaces de llegar. Entonces, el blastocisto puede implantarse en la mucosa de la trompa uterina y producirse un **embarazo ectópico tubárico.** Aunque la implantación puede tener lugar en cualquier punto de la trompa, se da con mayor frecuencia en la ampolla (fig. C3-15). El embarazo tubárico es la variedad más frecuente de embarazo ectópico; se produce aproximadamente en uno de cada 250 embarazos en Norteamérica (Moore y Persaud, 2008). Si no se diagnostican pronto, los embarazos ectópicos tubáricos pueden provocar la rotura de la trompa y una hemorragia grave en la cavidad abdominopélvica durante las ocho primeras semanas de la gestación. La rotura de la trompa y la hemorragia constituyen una amenaza para la vida de la madre y producen la muerte del embrión.

En el lado derecho, el apéndice a menudo se localiza cerca del ovario y la trompa uterina. Esta estrecha relación explica por qué puede confundirse el diagnóstico de la *rotura de un embarazo tubárico,* y la peritonitis resultante, con una apendicitis aguda. En ambos casos, el peritoneo parietal está inflamado en la misma zona general, y el dolor se refiere al cuadrante inferior derecho del abdomen.

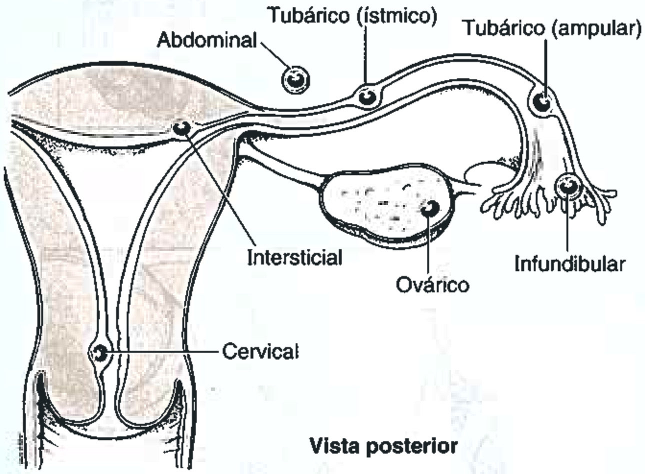


FIGURA C3-15.

Vestigios de los conductos embrionarios

A veces, el mesosálpinx entre la trompa uterina y el ovario contiene restos embrionarios (fig. 3-26). El *epoóforo* se forma a partir de restos de los túbulos mesonéfricos del *mesonefro,* el riñón embrionario temporal. También puede existir un *conducto del epoóforo* persistente (conducto de Gartner), un resto del conducto mesonéfrico que forma el conducto deferente y el conducto eyaculador en el varón. Se sitúa entre las capas del ligamento ancho, junto a cada lado del útero y/o de la vagina. En ocasiones se encuentra un *apéndice vesicular* adherido al infundíbulo de la trompa uterina. Es el vestigio del extremo craneal del conducto mesonéfrico que forma el *conducto epididimario.* Aunque el interés de estas estructuras vestigiales es principalmente embriológico y morfológico, en ocasiones acumulan líquido y forman quistes (p. ej., quistes del conducto de Gartner).

Útero bicorne

La fusión incompleta de los conductos mesonéfricos embrionarios a partir de los que se forma el útero provoca diversas anomalías congénitas, que van desde la formación de un útero unicorne (que únicamente recibe un conducto uterino de la derecha o de la izquierda) hasta la duplicación en forma de útero bicorne (fig. C3-16), de cavidades uterinas duplicadas o de un útero totalmente duplicado.

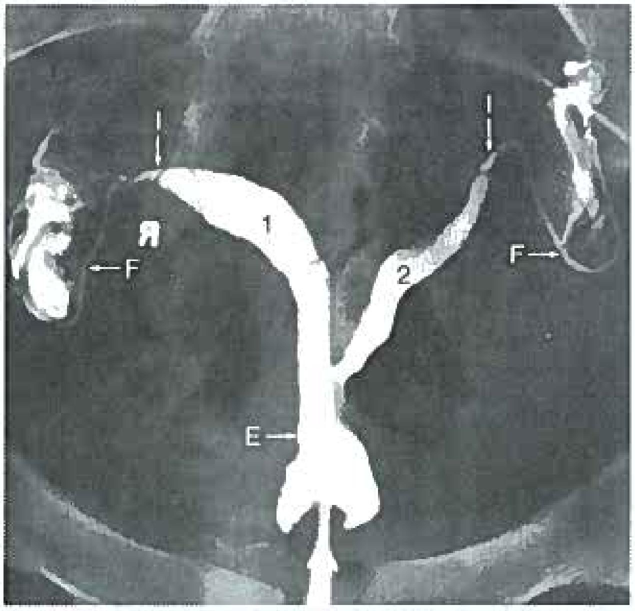
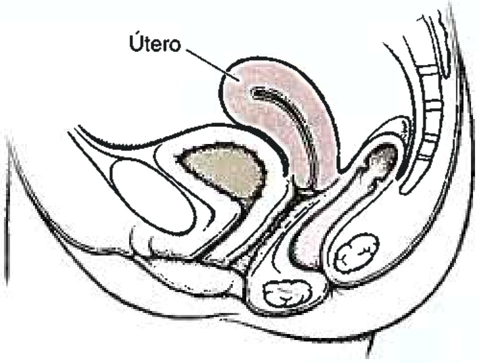


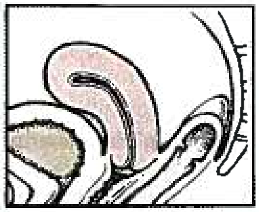
FIGURA C3-16. Útero bicorne. 1 y 2, cavidad uterina; E, conducto del cuello del útero; F, trompa uterina, I, istmo de la trompa. (Reproducida con autorización de Stuart GCE, Reid DF. Diagnostic studies. En: Copeland LJ, ed. Textbook of Gynecology. Philadelphia: Saunders, 1993.)

Disposición del útero y prolapso uterino

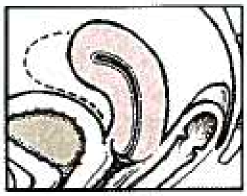
Cuando aumenta la presión intraabdominal, el útero normal —en anteversión y anteflexión— se comprime contra la vejiga (fig. C3-17A). Sin embargo, el útero puede disponerse de otras formas, como en anteflexión excesiva (fig. C3-17B), anteflexión con retroversión (fig. C3-17C) o retroflexión con retroversión (fig. C3-17B). En lugar de presionar el útero contra la vejiga, el aumento de la presión intraabdominal tiende a empujar al útero en retroversión, una masa compacta situada verticalmente sobre la vagina (que es un tubo flexible y hueco), hacia la vagina o incluso a través de ella (fig. C3-17E a G). El útero retroverso no necesariamente prolapsará, pero es más probable que lo haga. La situación se exacerba en presencia de un cuerpo perineal roto o cuando los ligamentos y músculos del suelo de la pelvis están atrofiados («relajados») (v. el cuadro azul «Rotura del cuerpo perineal», p. 414).



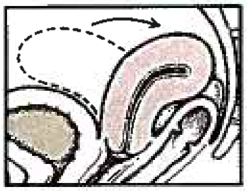
(A) Normal (en anteversión y anteflexión)



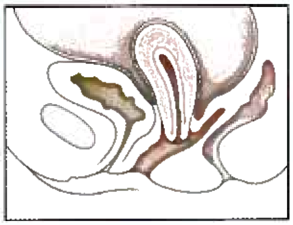
(B) Anteflexión excesiva



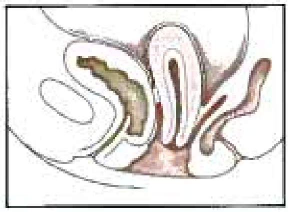
(C) En retroversión



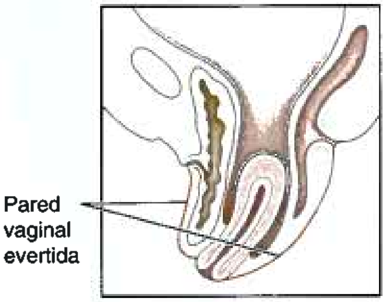
(D) En retroversión y retroflexión



(E) Prolapso de primer grado



(F) Prolapso de segundo grado


Pared
vaginal
evertida

(G) Prolapso de tercer grado

FIGURA C3-17.

Exploración manual del útero

El tamaño y la disposición del útero pueden explorarse mediante *palpación bimanual* (fig. C3-18A). Se introducen dos dedos de la mano derecha superiormente en la vagina, mientras se presiona con la otra mano inferoposteriormente sobre la región púbica de la pared anterior del abdomen. De este modo pueden determinarse el tamaño y otras características del útero (p. ej., si éste se encuentra en su posición normal de anteversión). Cuando se produce un ablandamiento del cuello del útero (*signo de Hegar*), éste se percibe separado del cuerpo. El reblandecimiento del istmo es un signo precoz de embarazo. El útero puede estabilizarse mediante una palpación rectovaginal, que se utiliza cuando sólo con la palpación vaginal no se obtienen resultados concluyentes (fig. C3-18B).

Cambios en la anatomía normal del útero durante la vida

Posiblemente, el útero es la estructura más dinámica de la anatomía humana (fig. C3-19). Al nacer, el útero es relativamente grande y presenta unas proporciones

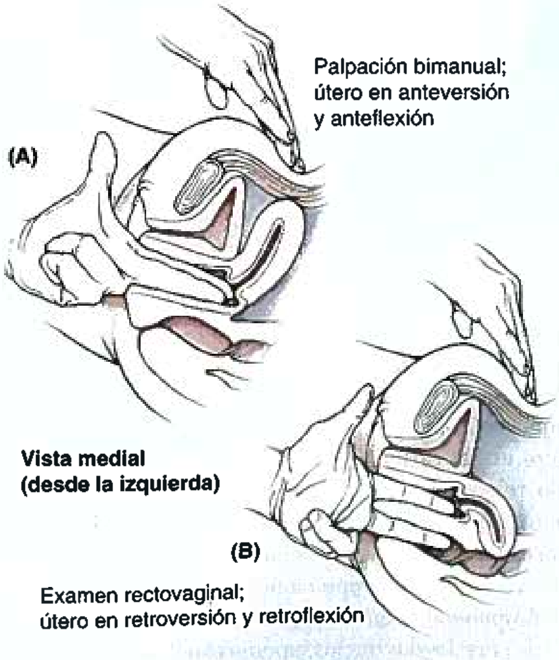
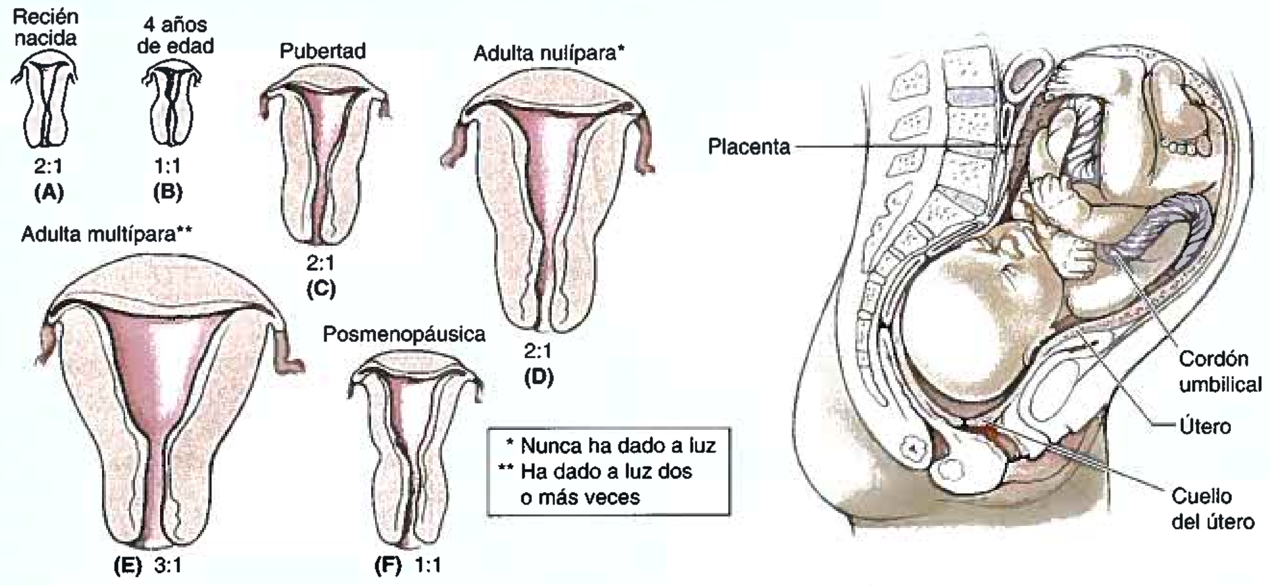

(A)
Palpación bimanual; útero en anteversión y anteflexión
Vista medial (desde la izquierda)
(B)
Examen rectovaginal; útero en retroversión y retroflexión

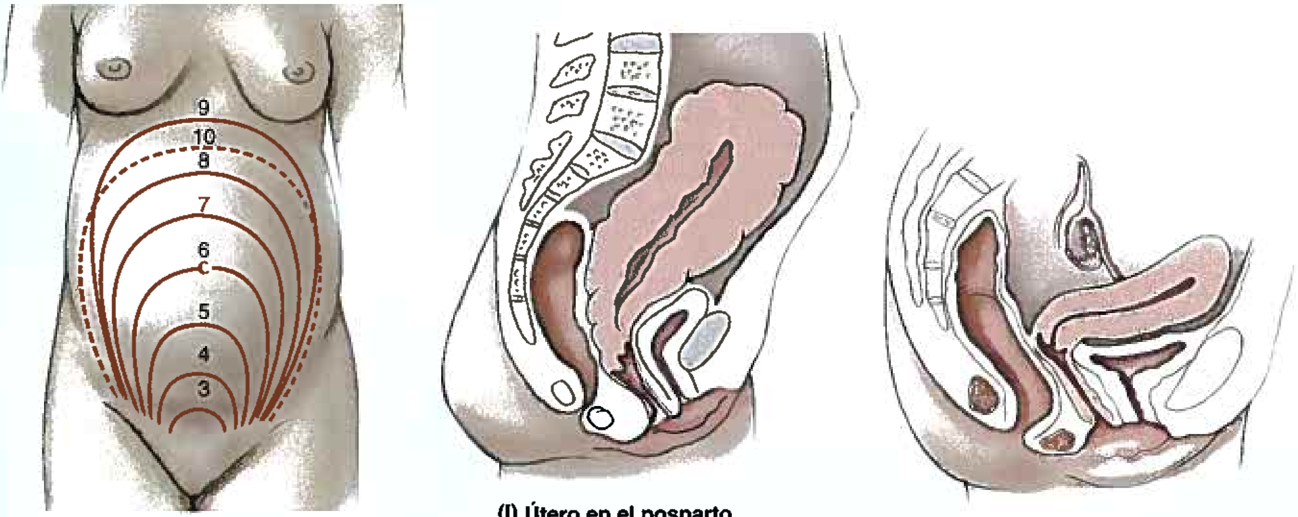
FIGURA C3-18.



* Nunca ha dado a luz
** Ha dado a luz dos o más veces

(A a F) Vistas anteriores de secciones coronales del útero

(H) Útero al final del embarazo



(G) Cambios mensuales en el tamaño del útero durante el embarazo

(I) Útero en el posparto (inmediatamente después del parto)

(J) Útero multíparo**

FIGURA C3-19.

adultas (relación cuerpo:cuello de 2:1), debido a la influencia preparto de las hormonas maternas (fig. C3-19A). Varias semanas después del parto **(posparto),** el útero adquiere el tamaño y la proporción infantiles: el cuerpo y el cuello tienen aproximadamente la misma longitud (relación cuerpo:cuello de 1:1) y el cuello tiene un diámetro (grosor) mayor (fig. C3-19B). Debido al pequeño tamaño de la cavidad pélvica en la primera infancia, el útero es básicamente un órgano abdominal. El cuello sigue siendo relativamente grande (aproximadamente un 50 % del tamaño total del útero) durante la niñez. En la pubertad, el útero (y especialmente su cuerpo) aumenta rápidamente de tamaño y vuelve a adquirir las proporciones adultas (fig. C3-19C). En la mujer pospuberal, premenopáusica y no gestante, el cuerpo tiene forma de pera; los dos tercios superiores del útero, con una gruesa pared, se sitúan dentro de la cavidad pélvica (fig. C3-19D). En esta fase de la vida, el útero sufre cambios mensuales de tamaño, peso y densidad relacionados con el ciclo menstrual.

Durante los 9 meses de embarazo, el útero sufre una gran expansión para alojar al feto, de manera que aumenta de tamaño y sus paredes se adelgazan (fig. C3-19G). Al final de la gestación (fig. C3-19G, línea 10), el feto «cae» cuando la cabeza se encaja en la pelvis menor. El útero pasa a ser casi membranoso y el fondo desciende por debajo de su nivel más elevado (que se alcanza en el 9.º mes), momento en que se extiende superiormente hasta el arco costal y ocupa la mayor parte de la cavidad abdominopélvica (fig. C3-19H).

Inmediatamente después del parto, el útero agrandado presenta unas paredes gruesas y está edematoso (fig. C3-19I), pero su tamaño disminuye rápidamente. El útero multíparo no grávido tiene un cuerpo grande y nodular, y suele extenderse dentro de la pelvis mayor, a menudo provocando una ligera protrusión de la pared inferior del abdomen en las mujeres delgadas (figs. C3-19E y J, y 3-73B, p. 437).

Durante la menopausia (entre los 46 y 52 años de edad), el útero (sobre todo, de nuevo, el cuerpo) disminuye de tamaño. Después de la menopausia, el útero involuciona y presenta un tamaño notablemente más pequeño, adoptando otra vez las proporciones infantiles (fig. C3-19F). Todas estas etapas constituyen una anatomía normal en cada edad y situación reproductiva de la mujer.

Cáncer del cuello uterino, exploración del cuello uterino y citología vaginal

Hasta 1940, el cáncer de cuello del útero era la principal causa de muerte en las mujeres norteamericanas (Krebs, 2000). El descenso de la incidencia y del número de mujeres que mueren por este cáncer está relacionado con la accesibilidad del cuello del útero a la visualización directa y a los estudios celulares e histológicos mediante una citología vaginal (prueba de Papanicolaou), lo que ha permitido detectar lesiones cervicales premalignas (Copeland, 2000; Morris y Burke, 2000). Para facilitar la exploración del cuello del útero, la vagina puede distenderse con un *espéculo vaginal* (fig. C3-20A y B). Para hacer el estudio citológico, se coloca una espátula sobre el orificio del útero (fig. C3-20A) y se gira para raspar material celular de la porción vaginal del cuello (fig. C3-20C); a continuación se introduce una torunda en el conducto del cuello del útero para obtener material celular de la mucosa de la porción supravaginal del cuello. El material celular se coloca sobre un portaobjetos para su examen microscópico (fig. C3-20D y E).

Como entre la porción anterior del cuello y la base de la vejiga no se interpone el peritoneo, el cáncer de cuello uterino puede diseminarse por contigüidad hasta la vejiga. También puede extenderse mediante metástasis linfógenas (transportadas por la linfa) hasta los nódulos ilíacos externos o internos, o hacia los nódulos sacros. Pueden producirse metástasis hematógenas (transportadas por la sangre) a través de las venas ilíacas o del plexo venoso vertebral interno.

Histerectomía

Debido a la frecuencia del cáncer de cuerpo y de cuello de útero, la histerectomía (extirpación del útero), es un procedimiento relativamente frecuente. El útero puede abordarse quirúrgicamente (A) a través de la parte inferior de la pared anterior del abdomen o (B) a través de la vagina (figura C3-21).

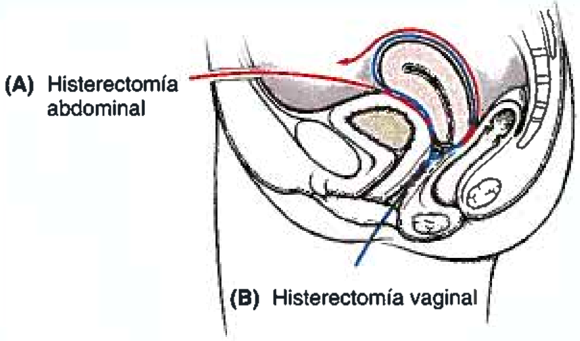


FIGURA C3-21.

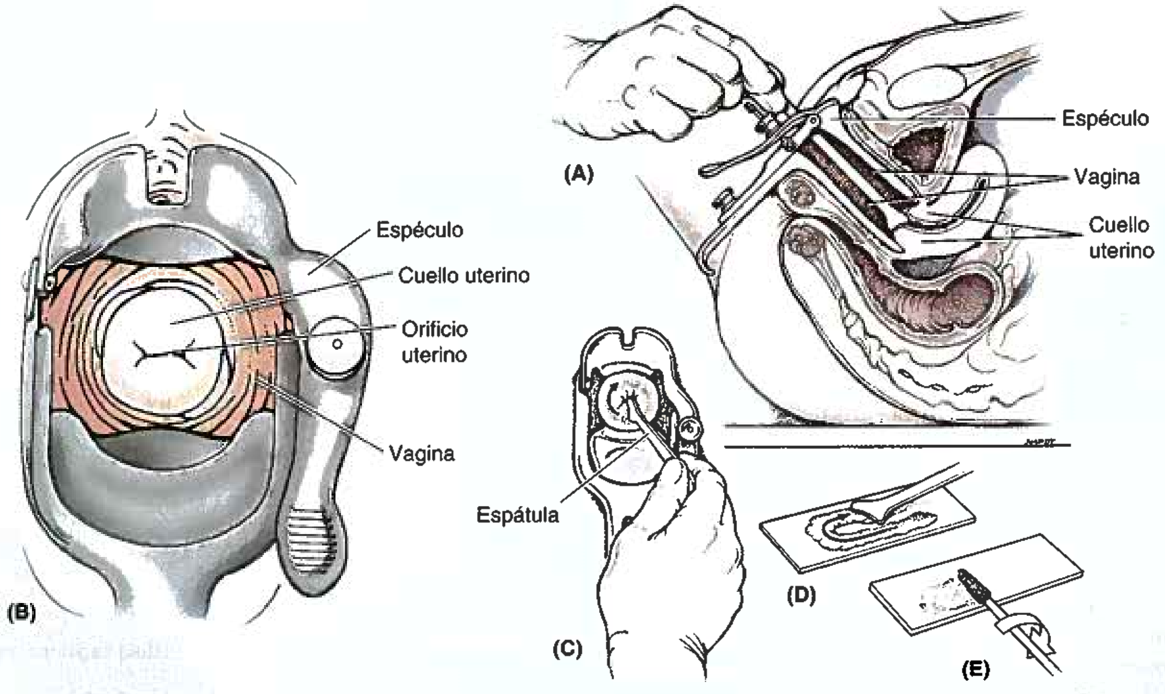
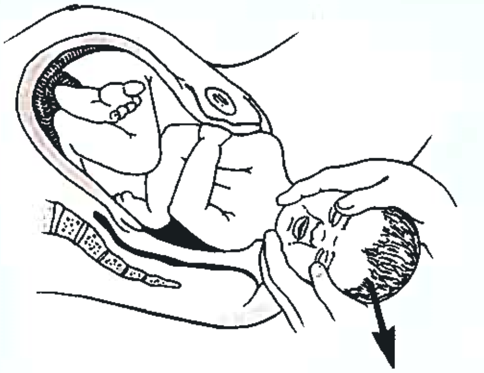


FIGURA C3-20.

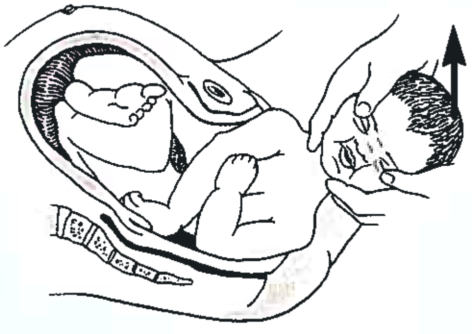
Distensión vaginal

La vagina puede distenderse notablemente, sobre todo en la región de la porción posterior del fórnix. Por ejemplo, la distensión de esta parte permite palpar el promontorio del sacro durante una exploración pélvica (v. el cuadro azul «Diámetros [conjugados] pélvicos», p. 334), y alojar al pene erecto durante las relaciones sexuales.

Durante el parto, la vagina puede ser muy distendida por el feto, especialmente en dirección anteroposterior cuando salen los hombros. La distensión lateral de la vagina está limitada por las espinas ciáticas, que se proyectan posteromedialmente, y por los ligamentos sacroespinosos, que se extienden desde esas espinas hasta los bordes laterales del sacro y el cóccix. Por tanto, en este punto, el canal del parto es profundo anteroposteriormente y estrecho transversalmente, lo que obliga a los hombros del feto a girar en el plano anteroposterior (fig. C3-22).



Parto del hombro derecho



Parto del hombro izquierdo

FIGURA C3-22.

Exploración manual a través de la vagina

Debido a sus paredes distensibles y relativamente delgadas, y a su situación central dentro de la pelvis, el cuello del útero, las espinas ciáticas y el promontorio del sacro pueden palparse con los dedos en el interior de la vagina y/o el recto (*exploración manual de la pelvis*). También pueden palparse las pulsaciones de las arterias uterinas a través de las porciones laterales del fórnix, así como las irregularidades de los ovarios, tales como quistes (fig. C3-23).

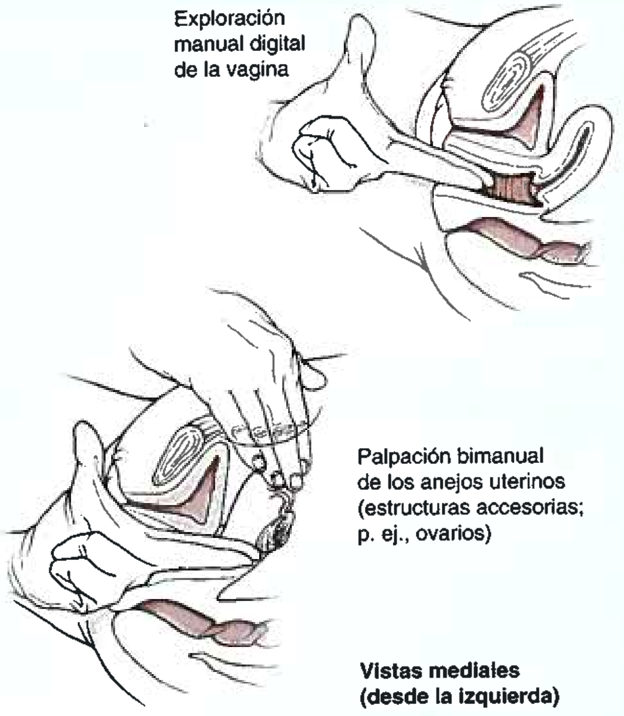
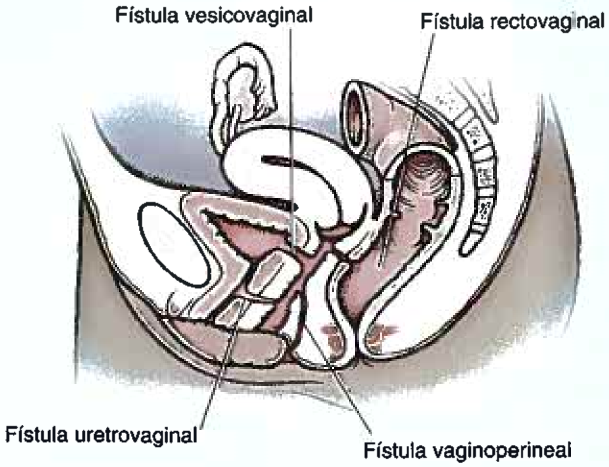

Exploración manual digital de la vagina
Palpación bimanual de los anejos uterinos (estructuras accesorias; p. ej., ovarios)
Vistas mediales (desde la izquierda)

FIGURA C3-23.

Fístulas vaginales

Debido a la estrecha relación entre la vagina y los órganos pélvicos adyacentes, los traumatismos obstétricos que se producen en partos largos y difíciles pueden provocar zonas débiles, necrosis o desgarros en la pared vaginal y, en ocasiones, más allá de ésta. Estos puntos pueden formar (o convertirse más adelante en) comunicaciones abiertas (**fístulas**) entre la luz de la vagina y estructuras vecinas como la vejiga, la uretra, el recto o el periné (fig. C3-24). Tanto en las *fístulas vesicovaginales* como en las *uretrovaginales* entra orina en la vagina, pero en las primeras el flujo es continuo, mientras que en las segundas sólo tiene lugar durante la micción. Cuando existe una *fístula rectovaginal* puede expulsarse materia fecal por la vagina.



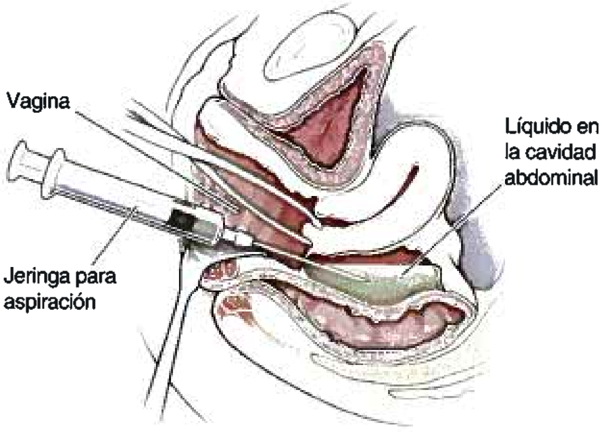
Vista medial (desde la izquierda)

FIGURA C3-24.

Culdoscopia y culdocentesis

A través de una incisión realizada en la porción posterior del fórnix de la vagina, se puede introducir un instrumento endoscópico (*culdoscopio*) para examinar los ovarios o las trompas uterinas (p. ej., por sospecha de embarazo tubárico). Aunque la *culdoscopia* implica una menor lesión tisular, ha sido sustituida en gran medida por la *laparoscopia*, que aporta una mayor flexibilidad para realizar intervenciones y una mejor visualización de los órganos pélvicos (v. el cuadro azul «Exploración laparoscópica de las vísceras pélvicas», a continuación). Asimismo, el riesgo de contaminación bacteriana de la cavidad peritoneal es más bajo.

Un absceso pélvico en el fondo de saco rectouterino puede drenarse a través de una incisión practicada en la porción posterior del fórnix de la vagina (*culdocentesis*). Del mismo modo, se puede aspirar líquido (p. ej., sangre) acumulado en esta parte de la cavidad peritoneal (fig. C3-25).

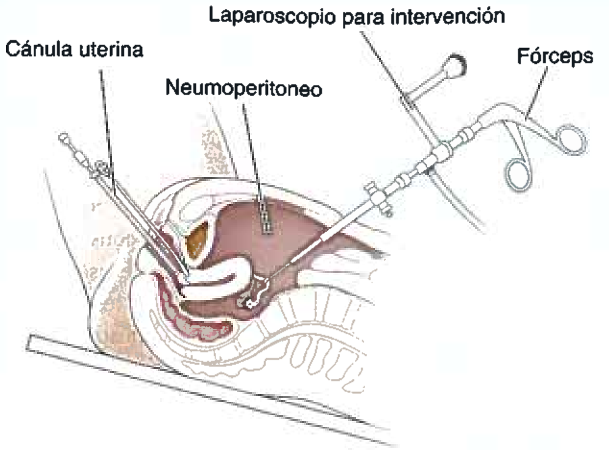


Vista medial (desde la izquierda)

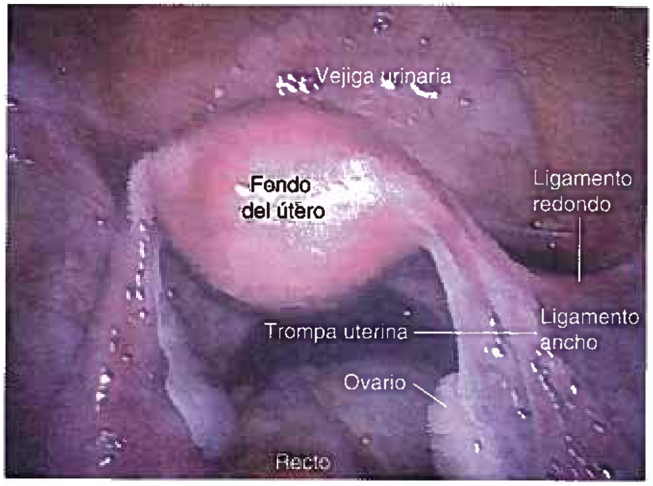
FIGURA C3-25.

Exploración laparoscópica de las vísceras pélvicas

El examen visual de las vísceras pélvicas es especialmente útil para diagnosticar numerosos trastornos que afectan a las vísceras pélvicas, como *quistes* y tumores *ováricos*, *endometriosis* (presencia de tejido endometrial funcionante fuera del útero) y embarazos ectópicos. La **laparoscopia** consiste en la introducción de un *laparoscopio* en la cavidad peritoneal a través de una pequeña incisión (de aproximadamente 2 cm) por debajo del ombligo (fig. C3-26). La insuflación de gas inerte produce un neumoperitoneo, que proporciona espacio para visualizar los órganos pélvicos y se eleva la pelvis para que la gravedad tire del intestino hacia el abdomen. Puede manipularse el útero desde fuera para facilitar su visualización, y realizar aberturas adicionales (portales) para introducir otros instrumentos de manipulación o para facilitar procedimientos terapéuticos (p. ej., ligadura de las trompas uterinas).



(A) Laparoscopia de las vísceras pélvicas



(B) Vista laparoscópica de una pelvis normal

FIGURA C3-26.

Anestesia durante el parto

Las mujeres cuentan con varias opciones para disminuir el dolor y el malestar que experimentan durante el parto. La **anestesia general** presenta ventajas para las intervenciones de emergencia y para las mujeres que la prefieren a la anestesia regional. La anestesia general deja inconsciente a la mujer; no se da cuenta del parto ni del alumbramiento. Los facultativos vigilan y regulan la respiración materna y la función cardíaca de la madre y del feto. El parto tiene lugar pasivamente, bajo el control de las hormonas maternas y con la ayuda de un obstetra. La madre se ahorra el dolor y el malestar, pero también se pierde los primeros momentos de la vida de su recién nacido.

Las mujeres que optan por la **anestesia regional,** como el bloqueo espinal, el del nervio pudendo o el epidural caudal, generalmente desean participar activamente (p. ej., con la técnica de Lamaze) y ser conscientes de las contracciones uterinas para empujar y colaborar con ellas y expulsar el feto, pero no quieren experimentar todo el dolor del parto.

La **anestesia espinal,** en la cual se introduce el anestésico con una aguja en el espacio subaracnoideo espinal a nivel de las vértebras L3-4 (A en la fig. C3-27), produce una anestesia completa por debajo de aproximadamente el nivel de la cintura. El periné, el suelo de la pelvis y el canal del parto quedan anestesiados, y temporalmente se suprimen las funciones motoras y sensitivas de los miembros inferiores completos, así como las sensaciones de las contracciones del útero. La madre permanece consciente, pero debe depender de la monitorización electrónica de las contracciones uterinas. Si el parto se alarga o el grado de anestesia no es adecuado, puede ser difícil o imposible volver a administrar anestesia. Como el líquido anestésico es más pesado que el líquido cefalorraquídeo, se queda en el espacio subaracnoideo espinal inferior mientras la paciente está inclinada. Cuando, después del parto, la paciente está tumbada horizontalmente, el agente anestésico fluye hasta el espacio subaracnoideo de la cavidad craneal. Una secuela común de la anestesia espinal es la cefalea intensa.

El **bloqueo del nervio pudendo** es un bloqueo nervioso periférico que proporciona una anestesia local en los dermatomas S2-4 (la mayor parte del periné) y el cuarto inferior de la vagina (C en la fig. C3-27). No bloquea el dolor de la porción superior del canal del parto (cuello del útero y vagina superior), por lo que la madre puede percibir las contracciones uterinas. Puede readministrarse, pero hacerlo puede resultar problemático, e implica utilizar un instrumento puntiagudo muy cerca de la cabeza del bebé. La base anatómica de la administración del bloqueo del nervio pudendo puede encontrarse en el cuadro azul «Bloqueo de los nervios pudendo e ilioinguinal», en la página 433.

El **bloqueo epidural caudal** es una elección popular para el parto con participación materna (B en la fig. C3-27). Debe administrarse antes del parto, lo que no es posible en caso de que éste sea precipitado. El anestésico se administra mediante un catéter permanente en el conducto del sacro, lo que permite la administración de más cantidad si se necesita una anestesia más profunda o prolongada.

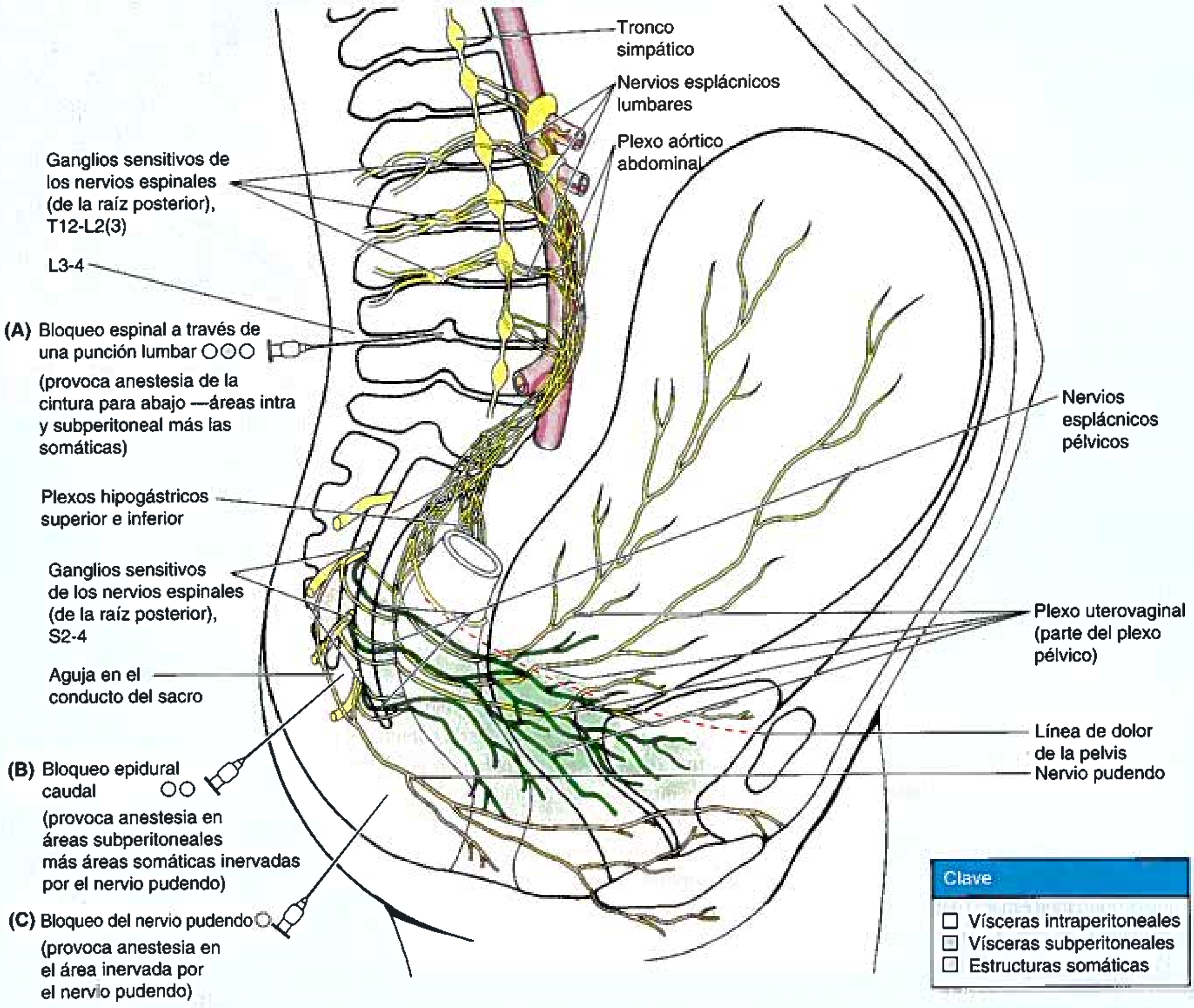

Tronco simpático
Nervios esplácnicos lumbares
Plexo aórtico abdominal
Ganglios sensitivos de los nervios espinales (de la raíz posterior), T12-L2(3)
L3-4
(A) Bloqueo espinal a través de una punción lumbar ○○○
(provoca anestesia de la cintura para abajo —áreas intra y subperitoneal más las somáticas)
Nervios esplácnicos pélvicos
Plexos hipogástricos superior e inferior
Ganglios sensitivos de los nervios espinales (de la raíz posterior), S2-4
Plexo uterovaginal (parte del plexo pélvico)
Aguja en el conducto del sacro
Línea de dolor de la pelvis
Nervio pudendo
(B) Bloqueo epidural caudal ○○
(provoca anestesia en áreas subperitoneales más áreas somáticas inervadas por el nervio pudendo)
(C) Bloqueo del nervio pudendo ○
(provoca anestesia en el área inervada por el nervio pudendo)
Clave
☐ Vísceras intraperitoneales
▨ Vísceras subperitoneales
☐ Estructuras somáticas

FIGURA C3-27.

Dentro del conducto del sacro, el anestésico baña las raíces de los nervios espinales S2-4, los cuales incluyen las fibras que transmiten el dolor desde el cuello del útero y la porción superior de la vagina, y las fibras aferentes del nervio pudendo. Por lo tanto, se anestesia todo el conducto (canal) del parto, el suelo de la pelvis y la mayor parte del periné, aunque los miembros inferiores no suelen verse afectados. Como las fibras que transmiten sensaciones dolorosas desde el cuerpo del útero (superiores a la *línea de dolor de la pelvis*) ascienden hasta los niveles torácico inferior y lumbar superior, estas fibras y las que están por encima de ellas no se ven afectadas por el anestésico, con lo cual la madre es consciente de las contracciones uterinas. Con la anestesia epidural no se produce «cefalea espinal», ya que el espacio vertebral epidural no se comunica con el espacio epidural craneal (v. cap. 4).

Puntos fundamentales

ÓRGANOS GENITALES INTERNOS FEMENINOS

Ovarios y trompas uterinas. Los ovarios están suspendidos de dos pliegues peritoneales: el mesoovario desde la cara posterosuperior del ligamento ancho, y el ligamento suspensorio del ovario, vascular, desde la pared lateral de la pelvis. ♦ Están unidos al útero por el ligamento propio del ovario. ♦ El peritoneo termina en el propio ovario. En la superficie ovárica es sustituido por un epitelio cúbico más mate.

Las trompas uterinas son los conductos por donde se liberan los ovocitos a la cavidad peritoneal y el lugar donde se produce la fertilización. ♦ Las trompas uterinas, que discurren dentro de un pliegue peritoneal (el mesosálpinx) que constituye el borde superior del ligamento ancho, tienen un infundíbulo en forma de embudo con franjas, una ampolla ancha, un istmo estrecho y una porción uterina corta que atraviesa la pared del útero para entrar en la cavidad.

Los ovarios y las trompas uterinas reciben una irrigación doble (colateral) desde la arteria aorta a través de las arterias ováricas y desde las arterias ilíacas internas a través de las arterias uterinas. ♦ Esta circulación colateral permite conservar los ovarios para que produzcan estrógenos cuando es preciso ligar las arterias uterinas en una histerectomía. ♦ Las fibras simpáticas y las fibras aferentes viscerales para el dolor viajan con los vasos ováricos. ♦ Las fibras parasimpáticas y las aferentes viscerales reflejas atraviesan los plexos pélvicos y los nervios esplácnicos pélvicos.

Útero. El útero, con forma de pera invertida, es el órgano donde el blastocisto (el embrión inicial) se implanta y se desarrolla para formar un embrión maduro y, posteriormente, un feto. ♦ Aunque su tamaño y sus proporciones varían durante las distintas fases de la vida, el útero no grávido (gestante) consta de un cuerpo y un cuello, separados por un istmo relativamente estrecho. ♦ El útero posee una pared trilaminar, formada por: *1)* un endometrio vascular y secretor interno, que sufre cambios cíclicos para preparase por si tiene lugar la implantación y que se elimina con el flujo menstrual cuando no se produce; *2)* un miometrio de músculo liso, estimulado hormonalmente, intermedio, que dilata el conducto del cuello del útero (salida) y expulsa el feto durante el parto; y *3)* peritoneo visceral (perimetrio) que recubre la mayor parte del fondo y del cuerpo (excepto un área desnuda limitante con la vejiga), y que continúa lateralmente como el ligamento ancho (mesometrio).

Normalmente, el útero está en anteversión y anteflexión, de manera que su peso es soportado en gran medida por la vejiga urinaria, aunque también cuenta con un soporte pasivo significativo gracias a los ligamentos cardinales y con un soporte activo que le proporcionan los músculos del suelo de la pelvis. ♦ La arteria uterina irriga el útero y, durante el embarazo, la placenta. ♦ Las venas uterinas drenan en el plexo venoso uterovaginal.

Vagina. La vagina es un conducto musculomembranoso que conecta la cavidad uterina con el exterior, permitiendo la entrada/inserción del pene, el eyaculado, tampones o los dedos del explorador, y la salida del feto y del flujo menstrual. ♦ La vagina se sitúa entre la uretra anteriormente y el recto posteriormente, con los cuales está estrechamente relacionada, pero está separada del recto por el fondo de saco peritoneal rectouterino superiormente y por el tabique fascial rectovaginal inferiormente. ♦ La vagina está indentada (invaginada) anterosuperiormente por el cuello del útero, de modo que alrededor de éste se constituye un fondo de saco o fórnix vaginal que lo rodea. ♦ La mayor parte de la vagina se encuentra dentro de la pelvis y recibe sangre a través de ramas pélvicas de las arterias ilíacas internas (arterias uterinas y vaginales); la sangre drena directamente en el plexo venoso uterovaginal, y la linfa a través de vías profundas (pélvicas) en los nódulos linfáticos ilíacos externos e internos y sacros. ♦ La porción más inferior de la vagina se localiza dentro del periné; recibe sangre de la arteria pudenda interna y la linfa drena a través de vías superficiales (perineales) en los nódulos inguinales superficiales. ♦ La vagina puede distenderse notablemente, lo que permite la exploración manual (palpación) de puntos de referencia y vísceras pélvicas (especialmente los ovarios), y de procesos patológicos (p. ej., quistes ováricos).

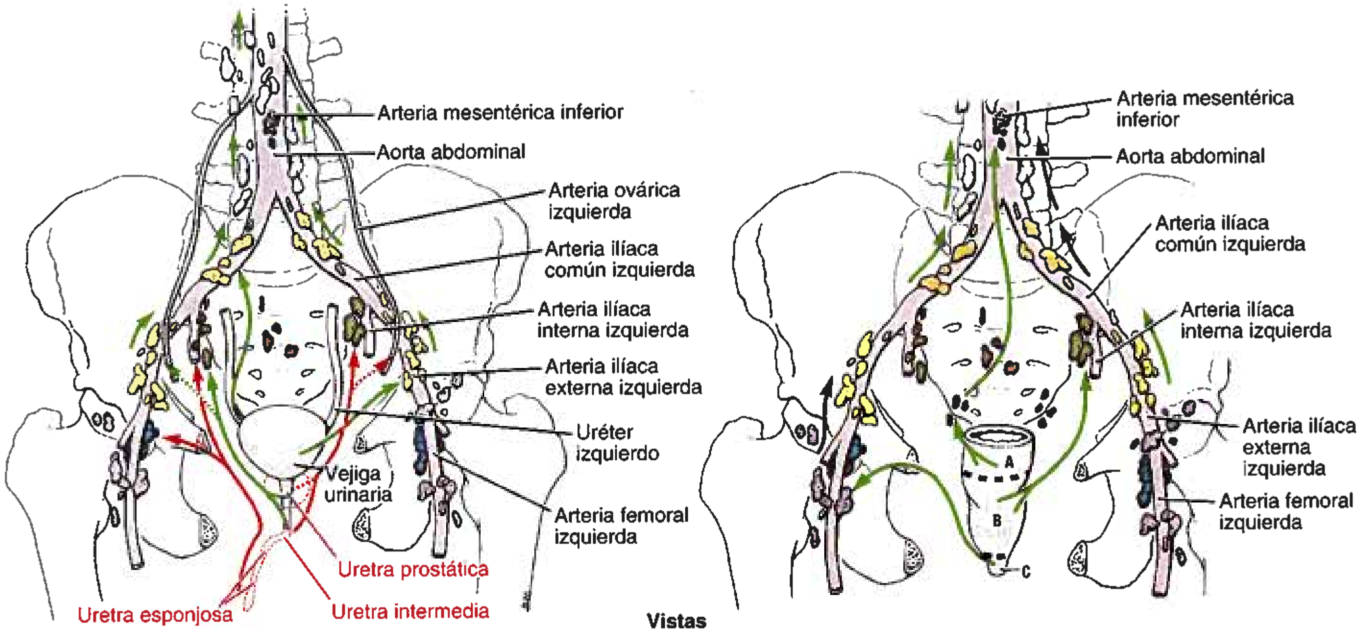
Inervación del útero y la vagina. La porción más inferior (perineal) de la vagina recibe inervación somática a través del nervio pudendo (S2-4) y, en consecuencia, es sensible al tacto y a la temperatura. ♦ El resto de la vagina y el útero son pélvicos, y por tanto su situación es visceral y reciben inervación de fibras autónomas y aferentes viscerales. ♦ Todas las sensaciones inconscientes, de carácter reflejo, viajan retrógradamente por las vías parasimpáticas hasta los ganglios sensitivos espinales S2-4, al igual que los impulsos dolorosos que se originan en el útero subperitoneal (fundamentalmente el cuello) y la vagina (inferior a la línea de dolor de la pelvis), es decir, en el canal del parto. ♦ Sin embargo, las sensaciones dolorosas procedentes del útero intraperitoneal (superior a la línea de dolor de la pelvis) viajan retrógradamente con la vía simpática hasta los ganglios espinales torácicos más inferiores y los lumbares superiores. ♦ Aprovechando la discrepancia en las vías para el dolor, puede administrarse anestesia epidural para facilitar las técnicas de parto participativo; se perciben las contracciones uterinas, pero el canal del parto está anestesiado.

Drenaje linfático de las vísceras pélvicas

La mayoría de los vasos linfáticos de la pelvis sigue al sistema venoso, acompañando a las tributarias de la vena ilíaca interna hasta los nódulos ilíacos internos, directamente o a través de los nódulos linfáticos sacros (fig. 3-48). Sin embargo, las estructuras situadas superiormente en la porción anterior de la pelvis drenan a los nódulos ilíacos externos, una vía linfática que no es paralela al drenaje venoso. Desde los nódulos ilíacos externos e internos, la linfa fluye por los nódulos linfáticos ilíacos comunes y lumbares (de la cava/aórticos), drenando a través de los troncos linfáticos lumbares en la cisterna del quilo.

DRENAJE LINFÁTICO DEL SISTEMA URINARIO

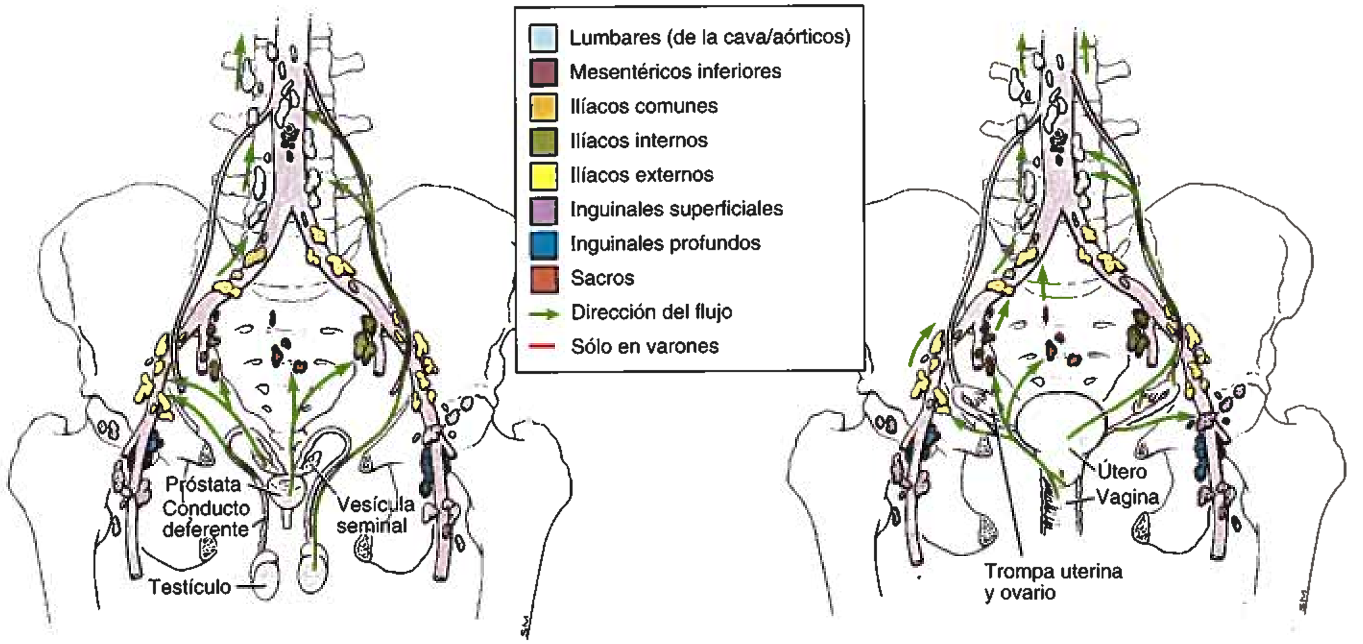
La parte superior de la porción pélvica de los uréteres drena principalmente en los nódulos ilíacos externos, mientras que la parte inferior drena en los nódulos ilíacos internos (fig. 3-48A; tabla 3-7). Los vasos linfáticos procedentes de las caras superolaterales de la vejiga pasan a los *nódulos linfáticos ilíacos externos*, mientras que los que vienen del fondo y el cuello pasan a los *nódulos linfáticos ilíacos internos*. Algunos vasos del cuello de la vejiga drenan en los nódulos linfáticos sacros o ilíacos comunes. La mayoría de los vasos linfáticos de la uretra femenina y de la porción proximal de


Arteria mesentérica inferior
Aorta abdominal
Arteria ovárica izquierda
Arteria ilíaca común izquierda
Arteria ilíaca interna izquierda
Arteria ilíaca externa izquierda
Uréter izquierdo
Vejiga urinaria
Arteria femoral izquierda
Uretra prostática
Uretra esponjosa
Uretra intermedia
Arteria mesentérica inferior
Aorta abdominal
Arteria ilíaca común izquierda
Arteria ilíaca interna izquierda
Arteria ilíaca externa izquierda
Arteria femoral izquierda
A
B
C

(A) Drenaje linfático del sistema urinario pélvico

Vistas anteriores

(B) Drenaje linfático del recto

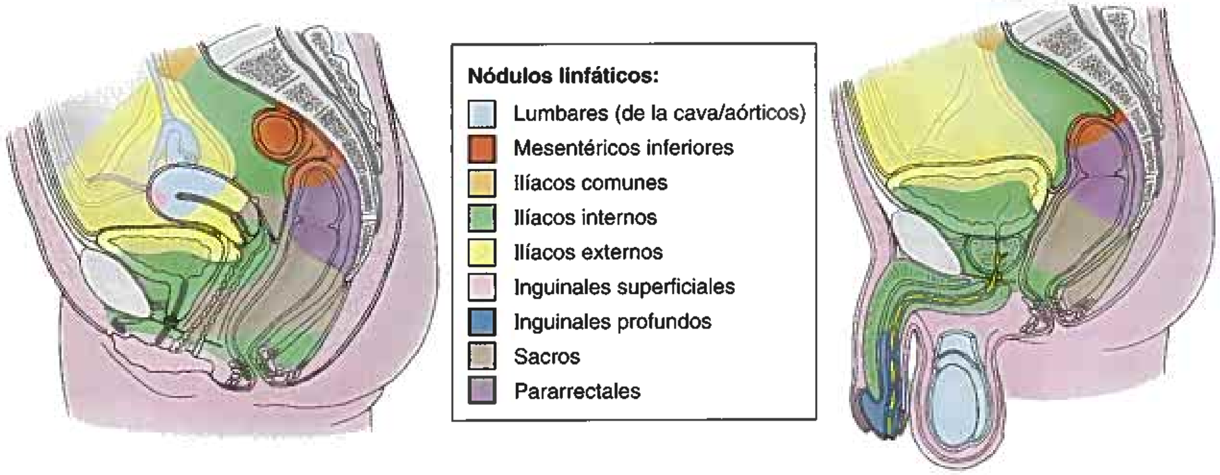

Lumbares (de la cava/aórticos)
Mesentéricos inferiores
Ilíacos comunes
Ilíacos internos
Ilíacos externos
Inguinales superficiales
Inguinales profundos
Sacros
Dirección del flujo
Sólo en varones
Próstata
Conducto deferente
Vesícula seminal
Testículo
Útero
Vagina
Trompa uterina y ovario

(C) Drenaje linfático de los órganos genitales internos masculinos

(D) Drenaje linfático de los órganos genitales internos femeninos

FIGURA 3-48. Drenaje linfático de las vísceras pélvicas.

TABLA 3-7. DRENAJE LINFÁTICO DE LAS ESTRUCTURAS DE LA PELVIS Y EL PERINÉ



Zonas de órganos de la pelvis que drenan inicialmente en grupos específicos de nódulos regionales

Grupo de nódulos linfáticos		**Estructuras que habitualmente drenan en el grupo de nódulos linfáticos**	
Lumbares	*Mujer:* a lo largo de los vasos ováricos	Gónadas y estructuras asociadas; nódulos ilíacos comunes	*Mujer:* ovario, trompa uterina (excepto el istmo y la porción intrauterina), fondo del útero
	Hombre: a lo largo de los vasos testiculares		*Uretra masculina:* testículo, epidídimo
Mesentéricos inferiores		Porción más superior del recto, colon sigmoide, colon descendente, nódulos pararrectales	
Ilíacos comunes		Nódulos linfáticos ilíacos externos e internos	
Ilíacos internos		Estructuras pélvicas inferiores, estructuras perineales profundas, nódulos sacros	*Mujer:* base de la vejiga, uréter pélvico inferior, conducto anal (por encima de la línea pectínea), recto inferior, vagina media y superior, cuello y cuerpo del útero
			Hombre: uretra prostática, próstata, base de la vejiga, uréter pélvico inferior, vesículas seminales inferiores, cuerpos cavernosos, conducto anal (por encima de la línea pectínea), recto inferior
Ilíacos externos		Estructuras pélvicas anterosuperiores, nódulos inguinales profundos	*Mujer:* vejiga superior, uréter pélvico superior, vagina superior, cuello uterino, cuerpo inferior del útero
			Hombre: vejiga superior, uréter pélvico superior, vesícula seminal superior, porción pélvica del conducto deferente, uretra intermedia y esponjosa (secundario)
Inguinales superficiales		Miembro inferior, drenaje superficial del cuadrante inferolateral del tronco, incluyendo la pared anterior del abdomen inferior al ombligo, región glútea y estructuras perineales superficiales	*Mujer:* útero superolateral (junto a la inserción del ligamento redondo), piel del periné incluida la vulva, orificio vaginal (inferior al himen), prepucio del clítoris, conducto anal inferior a la línea pectínea, piel perianal
			Hombre: piel del periné, incluidos la piel y el prepucio del pene, escroto, piel perianal, conducto anal inferior a la línea pectínea
Inguinales profundos		Glande del clítoris o del pene, nódulos inguinales superficiales	*Mujer:* glande del clítoris
			Hombre: glande del pene, uretra esponjosa distal
Sacros		Estructuras pélvicas posteroinferiores: recto inferior, vagina inferior	
Pararrectales		Recto superior	

la uretra masculina pasan a los *nódulos linfáticos ilíacos internos*. No obstante, unos pocos vasos procedentes de la uretra femenina también pueden drenar en los nódulos sacros, y desde la uretra femenina distal, a los *nódulos linfáticos inguinales*.

DRENAJE LINFÁTICO DEL RECTO

Los vasos linfáticos de la mitad superior del recto se dirigen hacia los *nódulos linfáticos mesentéricos inferiores*, muchos de ellos pasando por los **nódulos linfáticos pararrectales,** localizados directamente sobre la capa muscular del recto, y/o por los nódulos linfáticos sacros (fig. 3-48B; tabla 3-7). Los nódulos mesentéricos inferiores drenan en los *nódulos linfáticos lumbares (de la cava/aórticos)*. Los vasos linfáticos de la mitad inferior del recto drenan directamente en los *nódulos linfáticos sacros* o, especialmente desde la porción distal de la ampolla, siguen a los vasos rectales medios para drenar en los *nódulos linfáticos ilíacos internos*.

DRENAJE LINFÁTICO DE LAS VÍSCERAS PÉLVICAS MASCULINAS

Los vasos linfáticos del conducto deferente, los conductos eyaculadores y las porciones inferiores de las vesículas seminales drenan en los *nódulos linfáticos ilíacos externos* (fig. 3-48C; tabla 3-7). Los vasos linfáticos de las porciones superiores de las vesículas seminales y la próstata desembocan principalmente en *los nódulos ilíacos internos*, pero parte del drenaje de estos últimos pasa a los *nódulos sacros*.

DRENAJE LINFÁTICO DE LAS VÍSCERAS PÉLVICAS FEMENINAS

Los vasos linfáticos del ovario se unen a los de las trompas uterinas y a la mayor parte de los del fondo del útero, y siguen las venas ováricas a medida que ascienden hacia los *nódulos linfáticos lumbares derechos* e *izquierdos (de la cava/aórticos)* (fig. 3-48D; tabla 3-7).

Los vasos linfáticos del útero drenan en muchas direcciones, viajando a lo largo de los vasos sanguíneos que lo irrigan y de los ligamentos que se insertan en él:

- La mayor parte de los vasos del fondo y de la porción superior del cuerpo del útero discurren paralelos a los vasos ováricos hacia los *nódulos linfáticos lumbares (de la cava/aórticos)*, aunque algunos procedentes del fondo, especialmente los que están cerca de la entrada de las trompas uterinas y las inserciones de los ligamentos redondos, discurren por el ligamento redondo del útero hacia los *nódulos linfáticos inguinales superficiales*.
- Los vasos de la mayor parte del cuerpo del útero y algunos del cuello del útero discurren por dentro del ligamento ancho hacia los *nódulos linfáticos ilíacos externos*.
- Los vasos del cuello del útero también discurren junto a los vasos uterinos, por dentro de los ligamentos cervicales transversos hacia los *nódulos linfáticos ilíacos internos*, y junto a los ligamentos uterosacros hacia los *nódulos linfáticos sacros*.

Los vasos linfáticos de la vagina drenan las distintas porciones de la vagina del siguiente modo:

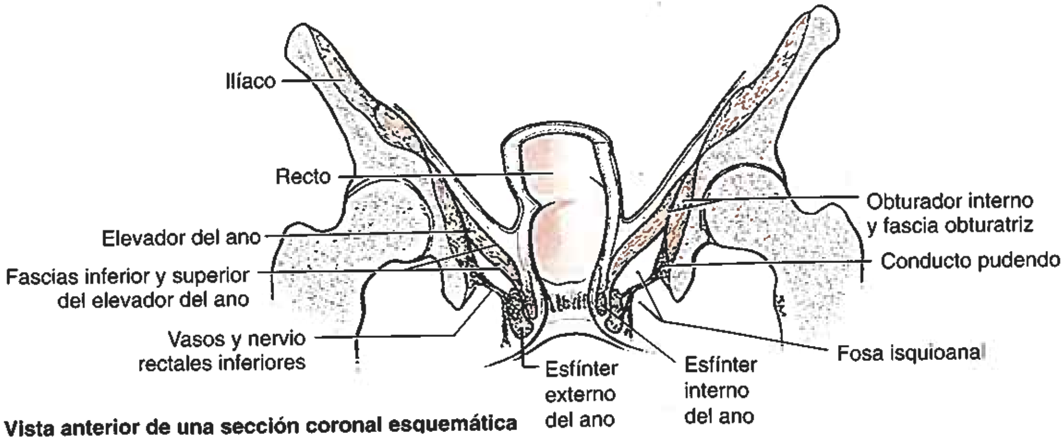
- Porción superior, hacia los nódulos linfáticos ilíacos internos y externos.
- Porción media, hacia los nódulos linfáticos ilíacos internos.
- Porción inferior, hacia los nódulos linfáticos ilíacos comunes y sacros (v. fig. 3-48; tabla 3-7).
- Orificio vaginal, hacia los nódulos linfáticos inguinales superficiales.

PERINÉ

El **periné** hace referencia a un compartimiento superficial del organismo *(compartimiento perineal)* limitado por la abertura inferior de la pelvis y separado de la cavidad pélvica por la fascia que cubre la cara inferior del diafragma pélvico, formado por los músculos elevador del ano y coccígeo (fig. 3-49). En la posición anatómica, la superficie del periné **(región perineal)** es la región estrecha entre las porciones proximales de los muslos. Sin embargo, cuando los miembros inferiores están en abducción, el periné es un área romboidal que se extiende desde el monte del pubis anteriormente, las caras mediales (internas) de los muslos lateralmente, y los pliegues glúteos y el extremo superior de la hendidura interglútea posteriormente (fig. 3-50).

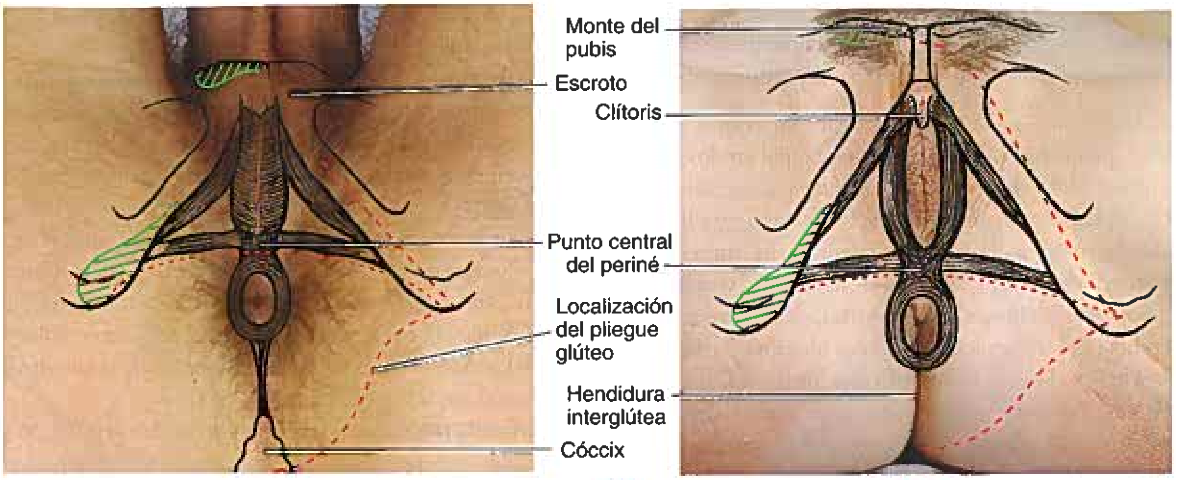
Las estructuras osteofibrosas que forman los límites del periné (compartimiento perineal) (fig. 3-51A y B) son:

- La *sínfisis del pubis*, anteriormente.
- Las **ramas isquiopubianas** (las *ramas púbicas inferiores* y las *ramas isquiáticas* combinadas), anterolateralmente.


Ilíaco
Recto
Elevador del ano
Fascias inferior y superior del elevador del ano
Vasos y nervio rectales inferiores
Esfínter externo del ano
Esfínter interno del ano
Fosa isquioanal
Conducto pudendo
Obturador interno y fascia obturatriz

Vista anterior de una sección coronal esquemática

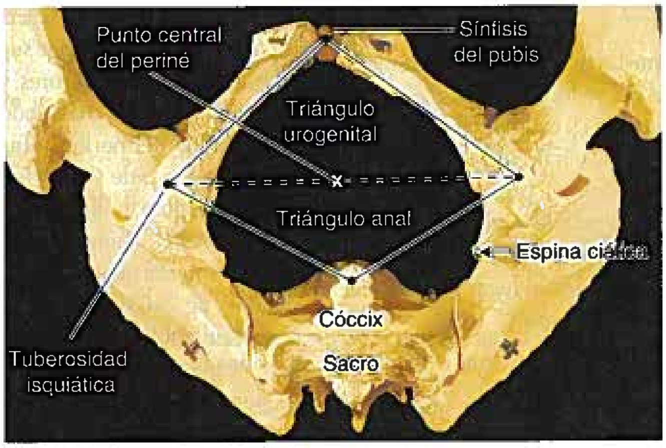
FIGURA 3-49. Separación del periné y la pelvis por la fascia inferior del diafragma de la pelvis.


Monte del pubis
Escroto
Clítoris
Punto central del periné
Localización del pliegue glúteo
Hendidura interglútea
Cóccix

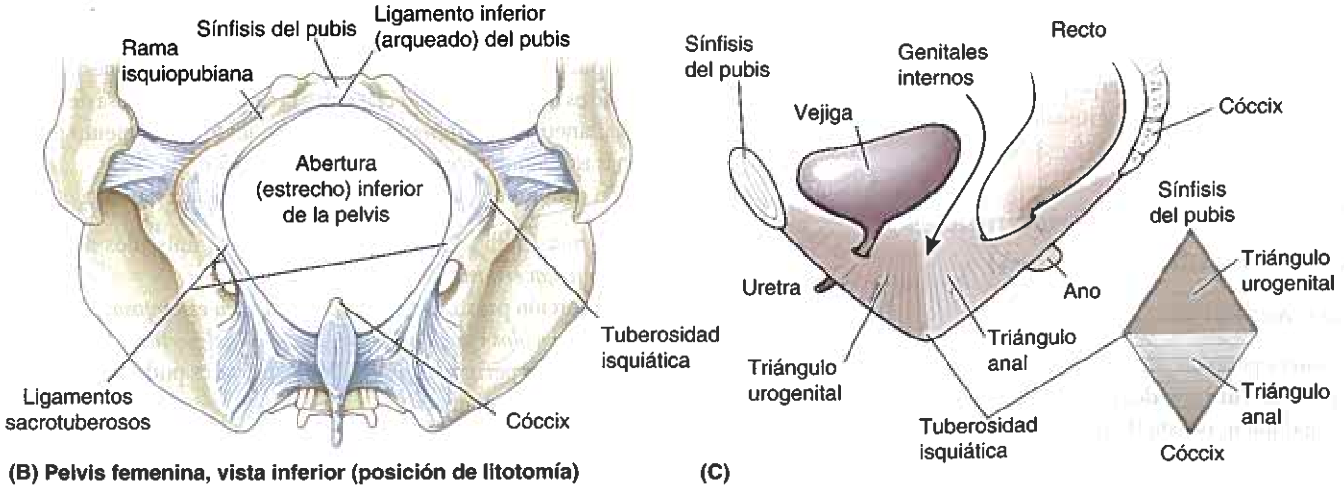
Vistas inferiores (posición de litotomía)

▨ Estructura ósea palpable - - - - Contorno de la región perineal
······· Línea que divide la región perineal en triángulo urogenital (anterior a la línea) y triángulo anal

FIGURA 3-50. Regiones perineales masculina y femenina. Límites y características superficiales de la región perineal, con proyecciones de los límites óseos y de los músculos superficiales del periné. El pene y parte del escroto se han retraído anteriormente, por lo que no se muestran.


Punto central del periné
Sínfisis del pubis
Triángulo urogenital
Triángulo anal
Espina ciática
Cóccix
Sacro
Tuberosidad isquiática

(A) Pelvis femenina, vista inferior


Rama isquiopubiana
Sínfisis del pubis
Ligamento inferior (arqueado) del pubis
Abertura (estrecho) inferior de la pelvis
Tuberosidad isquiática
Ligamentos sacrotuberosos
Cóccix
Sínfisis del pubis
Genitales internos
Recto
Vejiga
Cóccix
Sínfisis del pubis
Triángulo urogenital
Uretra
Ano
Triángulo anal
Triángulo urogenital
Tuberosidad isquiática
Triángulo anal
Cóccix

(B) Pelvis femenina, vista inferior (posición de litotomía) **(C)**

FIGURA 3-51. Límites y configuración del periné. A. Cintura pélvica en la cual se observan las estructuras óseas que limitan el periné. Se han superpuesto los dos triángulos que componen el periné romboidal. **B.** Estructuras osteofibrosas que limitan el estrecho (abertura) inferior de la pelvis. Esta vista de la pelvis femenina es la que ven los obstetras cuando la paciente está en la mesa de exploración. **C.** Los dos triángulos (urogenital y anal) que conjuntamente forman el periné no se encuentran en el mismo plano. El plano entre la vejiga y el recto está ocupado por los genitales internos y un tabique formado durante el desarrollo embrionario cuando el seno urogenital se dividió en la vejiga urinaria y la uretra, anteriormente, y el anorrecto posteriormente.

- Las *tuberosidades isquiáticas,* lateralmente.
- Los *ligamentos sacrotuberosos,* posterolateralmente.
- La parte más inferior del *sacro* y el *cóccix,* posteriormente.

Una línea transversal que une los extremos anteriores de las tuberosidades isquiáticas divide el periné romboidal en dos triángulos, cuyos planos oblicuos se cruzan en la línea transversal (figura 3-51B y C). El **triángulo anal** se sitúa posterior a esta línea y sus principales estructuras profundas y superficiales son el conducto anal y su orificio, el ano, situadas centralmente y rodeadas por grasa isquioanal. El **triángulo urogenital,** es anterior a dicha línea. A diferencia del triángulo anal, que es abierto, el triángulo urogenital está «cerrado» por la **membrana perineal,** una delgada lámina de fuerte fascia profunda que se tensa entre los lados derecho e izquierdo del arco del pubis, cubriendo la porción anterior de la abertura inferior de la pelvis (fig. 3-52C). Así, la membrana perineal llena el espacio anterior en el diafragma pélvico (el hiato urogenital, fig. 3-52A), pero es atravesada por la uretra, en ambos sexos, y por la vagina en la mujer. La membrana y las ramas isquiopubianas a las cuales se fija proporcionan un cimiento para los cuerpos eréctiles de los genitales externos —el escroto y el pene en el hombre, y la vulva en la mujer— que son las estructuras superficiales del triángulo (fig. 3-50).

El punto medio de la línea que une las tuberosidades isquiáticas es el **punto central del periné.** Aquí se localiza el *cuerpo perineal,* que es una masa irregular de tamaño y consistencia variables que contiene fibras colágenas y elásticas, y músculo esquelético y liso (fig. 3-52E). El **cuerpo perineal** se sitúa profundo a la piel, cubierto por una capa relativamente delgada de tejido subcutáneo, posterior al vestíbulo de la vagina o al bulbo del pene, y anterior al ano y el conducto anal. El cuerpo perineal es el lugar donde convergen y se entrelazan fibras de varios músculos:

- Bulboesponjoso.
- Esfínter externo del ano.
- Músculos perineales transversos superficiales y profundos.
- Haces de músculo liso y voluntario desde el esfínter externo de la uretra, el elevador del ano y las capas musculares del recto.

Anteriormente, el cuerpo perineal se fusiona con el borde posterior de la membrana perineal, y superiormente con el tabique rectovesical o rectovaginal (fig. 3-53A y B).

Fascias y espacios perineales del triángulo urogenital

FASCIAS PERINEALES[2]

La fascia perineal consta de capas superficiales y profundas. El **tejido subcutáneo del periné,** al igual que el de la pared inferior del abdomen, consta de una *capa de tejido adiposo* superficial y una *capa membranosa* profunda, la **fascia perineal** (superficial) (fascia de Colles).

En la mujer, **la capa adiposa de tejido subcutáneo del periné** forma la masa de los labios mayores y el monte del pubis, y se continúa, anterior y superiormente, con la capa adiposa del tejido subcutáneo del abdomen (fascia de Camper) (fig. 3-53A y C). En el varón, la capa adiposa es mucho menor en el triángulo urogenital, y es sustituida por completo en el pene y en el escroto por músculo liso (dartos). Se continúa, entre el pene o el escroto y los muslos, con la capa adiposa del tejido subcutáneo del abdomen (fig. 3-53B y D). En ambos sexos, la capa adiposa de tejido subcutáneo del periné se continúa posteriormente con la almohadilla grasa isquioanal, en la región anal (fig. 3-53E).

La **fascia perineal** membranosa no se extiende dentro del triángulo anal, sino que se une posteriormente al borde posterior de la membrana perineal y el cuerpo perineal (fig. 3-53A y B). Lateralmente se une a la fascia lata (fascia profunda) de la parte más superior de la cara medial del muslo (fig. 3-53C y E). Anteriormente, en el hombre, la capa membranosa se continúa con la **túnica dartos** del pene y el escroto; sin embargo, a cada lado y anterior al escroto, la fascia perineal se continúa con la capa membranosa de tejido subcutáneo del abdomen (fascia de Scarpa) (fig. 3-53B). En la mujer, la capa membranosa se dirige superiormente hacia la capa adiposa que constituye los labios mayores, y se continúa con la capa membranosa del tejido subcutáneo del abdomen (fig. 3-53A y C).

La fascia del periné o **fascia perineal profunda** (fascia de revestimiento o de Gallaudet) recubre íntimamente los músculos isquiocavernoso, bulboesponjoso y transverso superficial del periné (fig. 3-53A y E). También se fija lateralmente a las ramas isquiopubianas. Anteriormente se fusiona con el ligamento suspensorio del pene (v. fig. 3-63) y se continúa con la fascia profunda que cubre al músculo oblicuo externo del abdomen y la vaina del recto. En la mujer, la fascia profunda del periné se fusiona con el ligamento suspensorio del clítoris y, como en el hombre, con la fascia profunda del abdomen.

ESPACIO PERINEAL SUPERFICIAL

El **espacio perineal superficial** o compartimiento superficial del periné es un espacio potencial entre la capa membranosa del tejido subcutáneo y la membrana perineal, limitado lateralmente por las ramas isquiopubianas (figs. 3-52D y E, y 3-53).

En el hombre, el espacio perineal superficial contiene:

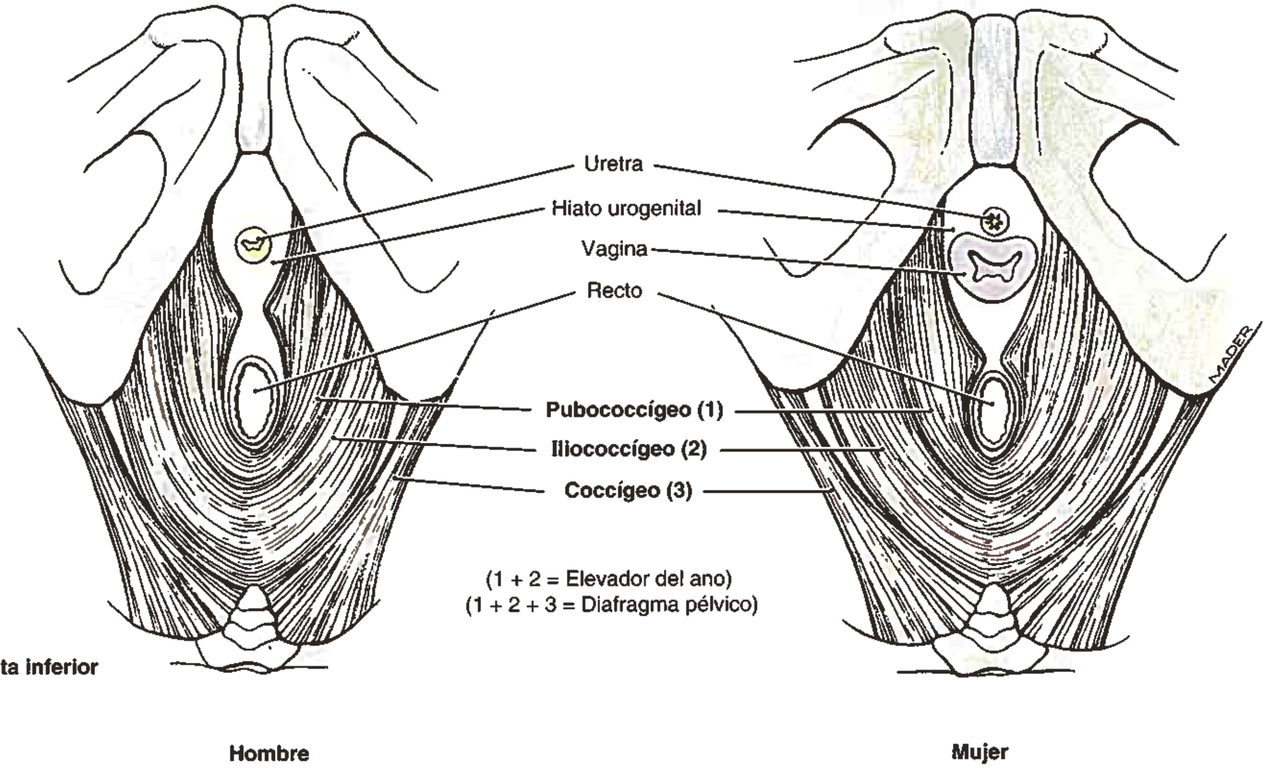
- La *raíz* (bulbo y pilares) *del pene* y los músculos asociados (*isquiocavernoso* y *bulboesponjoso*).
- La porción proximal (bulbar) de la *uretra esponjosa.*
- Los *músculos transversos superficiales del periné.*
- Los *ramos perineales profundos* de los vasos pudendos internos y los nervios pudendos.

En la mujer, el espacio perineal superficial contiene:

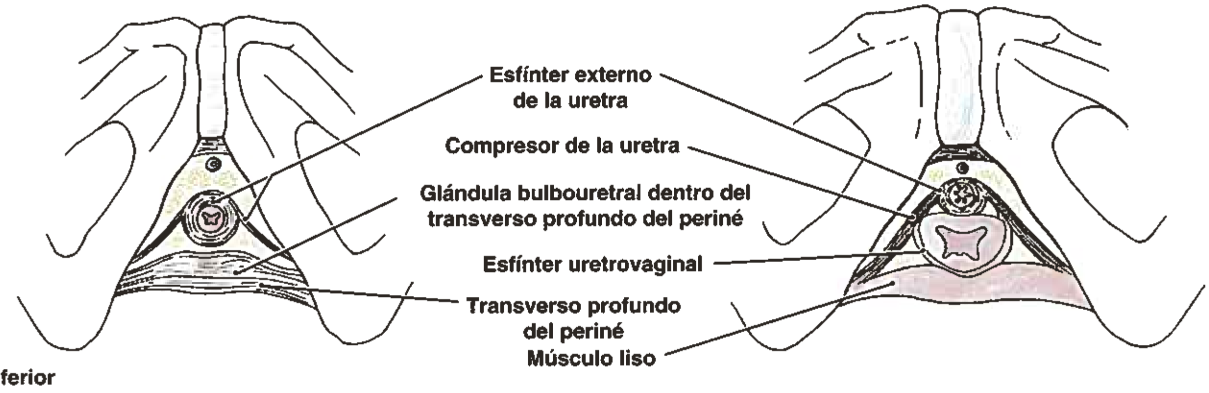
- El *clítoris* y los músculos asociados (isquiocavernosos).
- Los *bulbos del vestíbulo* y el músculo circundante (bulboesponjoso).
- Las *glándulas vestibulares mayores.*
- Los *músculos transversos superficiales del periné.*

---

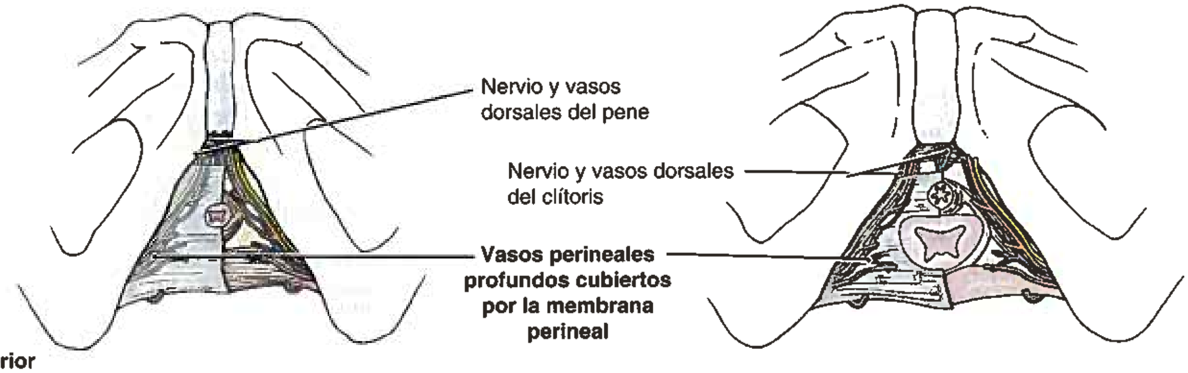
[2] La terminología que se utiliza en esta sección (en negrita) es la recomendada por el Federative International Committee on Anatomical Terminology (FICAT) en 1998; sin embargo, dado que muchos clínicos que se ocupan del periné usan epónimos, los autores han incluido términos de uso común entre paréntesis para que todos los lectores comprendan la terminología del FICAT.


Uretra
Hiato urogenital
Vagina
Recto
Pubococcígeo (1)
Iliococcígeo (2)
Coccígeo (3)
(1 + 2 = Elevador del ano)
(1 + 2 + 3 = Diafragma pélvico)
MADER
Hombre
Mujer

(A) Vista inferior

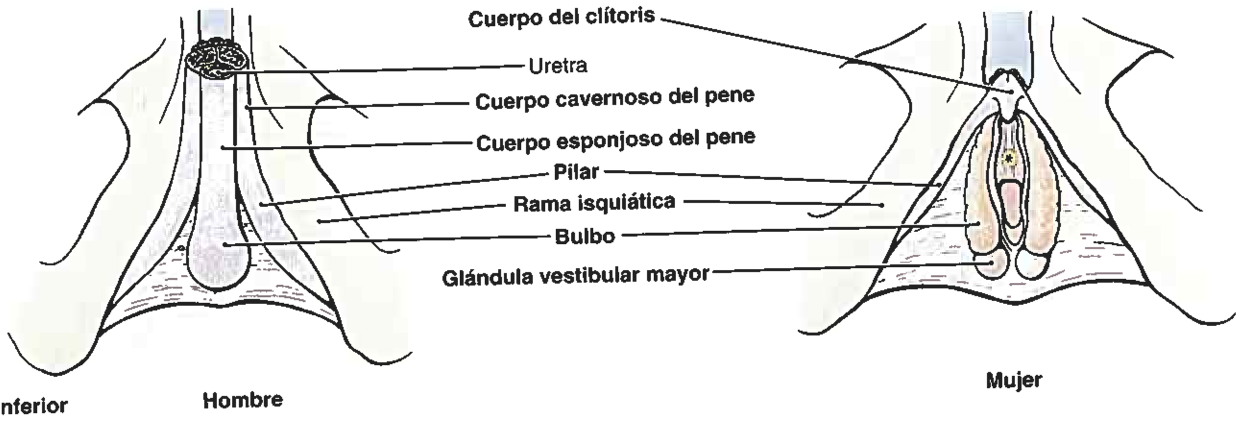

Esfínter externo de la uretra
Compresor de la uretra
Glándula bulbouretral dentro del transverso profundo del periné
Esfínter uretrovaginal
Transverso profundo del periné
Músculo liso

(B) Vista inferior

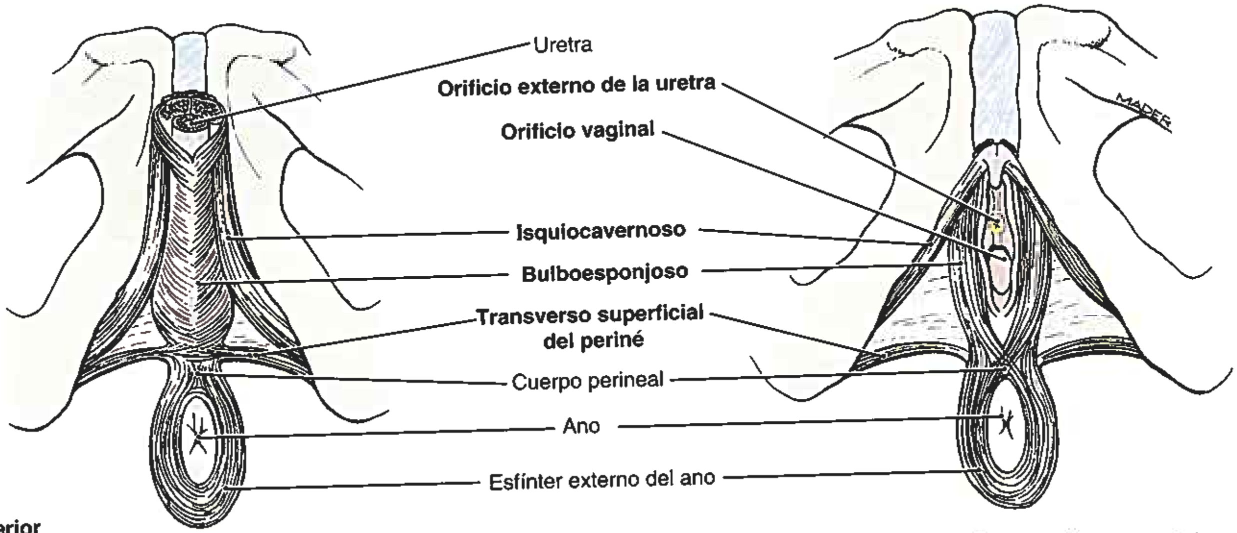

Nervio y vasos dorsales del pene
Nervio y vasos dorsales del clítoris
Vasos perineales profundos cubiertos por la membrana perineal

(C) Vista inferior

FIGURA 3-52. Capas del periné en el hombre y la mujer. Las capas se muestran como si se fueran superponiendo desde la profundidad **(A)** hasta la superficie **(E)**. **A.** La abertura inferior de la pelvis está prácticamente cerrada por el diafragma de la pelvis (músculos elevador del ano y coccígeo), que forma el suelo de la cavidad pélvica y, como muestra la ilustración, el techo del periné. La uretra (y la vagina en la mujer) y el recto pasan a través del hiato urogenital del diafragma de la pelvis. **B y C.** El esfínter externo de la uretra y el músculo transverso profundo del periné cruzan sobre la región del hiato urogenital, que está cerrada inferiormente por la membrana perineal que se extiende entre las ramas isquiopubianas *(continúa)*.


Cuerpo del clítoris
Uretra
Cuerpo cavernoso del pene
Cuerpo esponjoso del pene
Pilar
Rama isquiática
Bulbo
Glándula vestibular mayor
Hombre
Mujer

(D) Vista inferior


Uretra
Orificio externo de la uretra
Orificio vaginal
Isquiocavernoso
Bulboesponjoso
Transverso superficial del periné
Cuerpo perineal
Ano
Esfínter externo del ano
MADER

(E) Vista inferior

FIGURA 3-52. *(Continuación)* **D** y **E.** Inferiormente a la membrana perineal, el espacio perineal profundo contiene los cuerpos eréctiles y los músculos asociados a ellos.

- Los vasos y nervios relacionados (*ramos perineales profundos* de los vasos pudendos internos y los nervios pudendos).

Las estructuras del espacio perineal superficial se comentarán más detalladamente, de forma específica para cada sexo, en las secciones «Periné masculino» y «Periné femenino», más adelante en este mismo capítulo.

ESPACIO PERINEAL PROFUNDO (BOLSA PROFUNDA DEL PERINÉ)

El **espacio perineal profundo,** o bolsa profunda del periné, está limitado inferiormente por la membrana perineal, superiormente por la fascia inferior del diafragma pélvico y lateralmente por la porción inferior de la fascia obturatriz (que cubre el músculo obturador interno) (fig. 3-53C y D). Comprende los recesos anteriores de las fosas isquioanales, llenos de grasa. El límite superior en la región del hiato urogenital no está diferenciado.

En ambos sexos, el espacio perineal profundo contiene:

- Parte de la uretra, centralmente.
- La porción inferior del esfínter externo de la uretra, por encima del centro de la membrana perineal, rodeando a la uretra.
- Las extensiones anteriores de las almohadillas adiposas isquioanales.

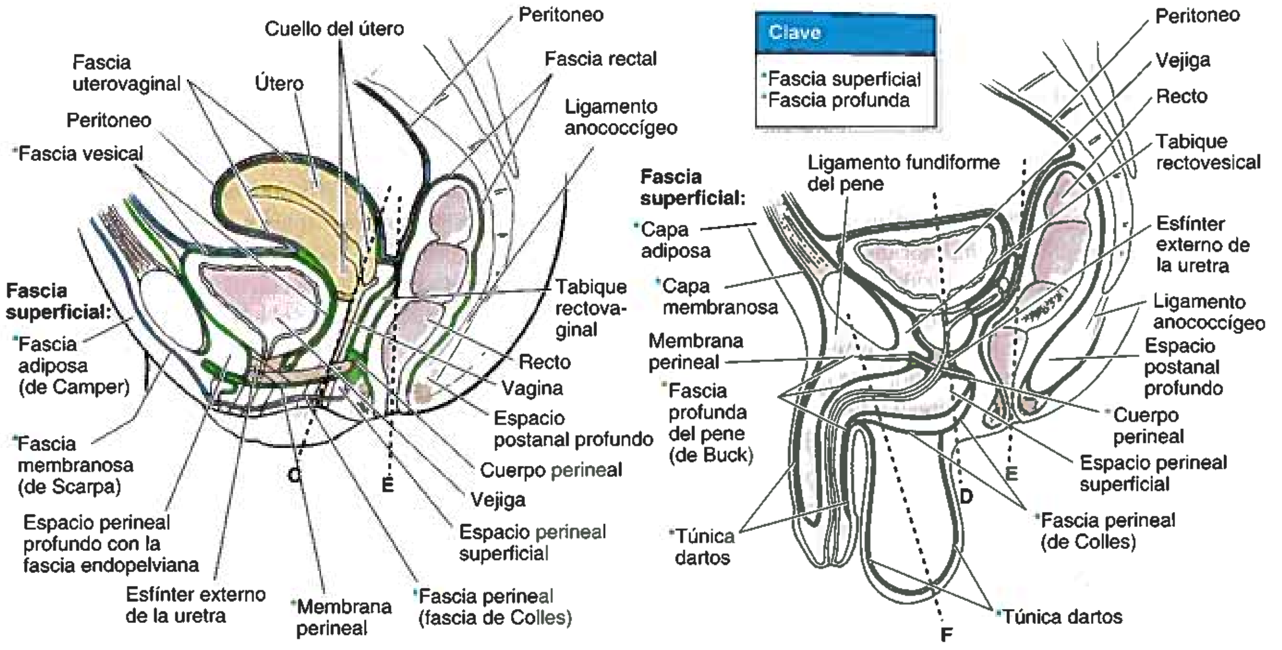
En el hombre, el espacio perineal profundo contiene:

- La *porción intermedia de la uretra,* la más estrecha de la uretra masculina.
- Los *músculos transversos profundos del periné,* inmediatamente superiores a la membrana perineal (en su cara superior), que discurren transversalmente a lo largo de su cara posterior.
- Las *glándulas bulbouretrales,* embebidas en la musculatura profunda del periné.
- Las estructuras vasculonerviosas dorsales del pene.

En la mujer, el espacio perineal profundo contiene:

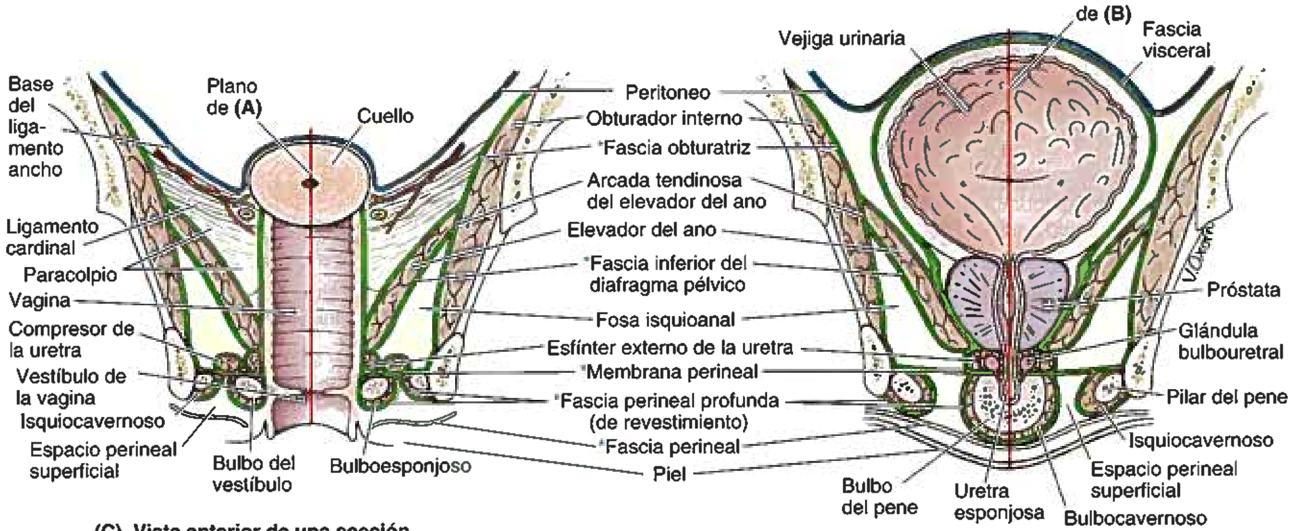
- La porción proximal de la *uretra.*
- Una masa de músculo liso en lugar de los músculos transversos profundos del periné en el borde posterior de la membrana perineal, asociada al cuerpo perineal.
- El paquete vasculonervioso dorsal del clítoris.

Conceptos antiguos sobre el espacio perineal profundo y el esfínter externo de la uretra. Tradicionalmente, el espacio


Cuello del útero
Peritoneo
Fascia uterovaginal
Útero
Fascia rectal
Peritoneo
Ligamento anococcígeo
*Fascia vesical
Fascia superficial:
*Fascia adiposa (de Camper)
Tabique rectovaginal
Recto
Vagina
Espacio postanal profundo
*Fascia membranosa (de Scarpa)
Cuerpo perineal
Vejiga
C
E
Espacio perineal profundo con la fascia endopelviana
Espacio perineal superficial
Esfínter externo de la uretra
*Membrana perineal
*Fascia perineal (fascia de Colles)
Clave
*Fascia superficial
*Fascia profunda
Peritoneo
Vejiga
Recto
Tabique rectovesical
Ligamento fundiforme del pene
Fascia superficial:
*Capa adiposa
*Capa membranosa
Esfínter externo de la uretra
Ligamento anococcígeo
Espacio postanal profundo
Membrana perineal
*Fascia profunda del pene (de Buck)
*Cuerpo perineal
Espacio perineal superficial
E
D
*Fascia perineal (de Colles)
*Túnica dartos
*Túnica dartos
F

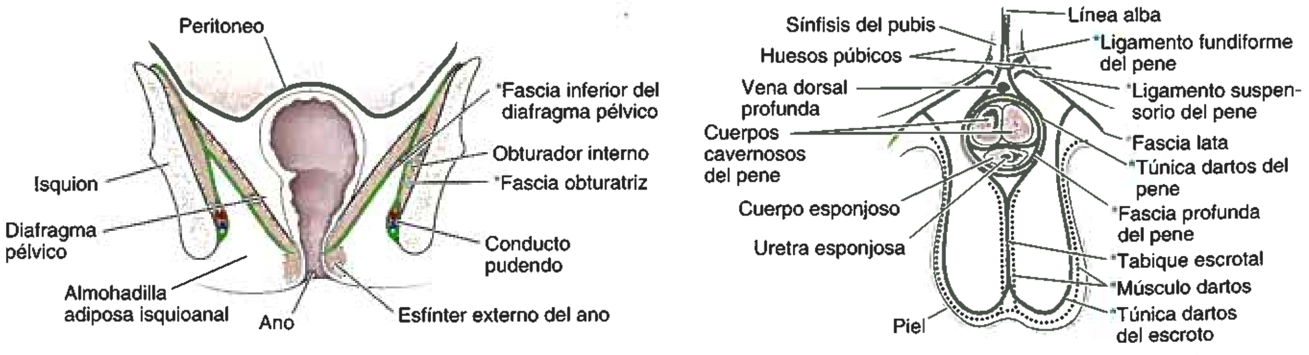
(A) Sección sagital media femenina

(B) Sección sagital media masculina


Plano de (B)
Vejiga urinaria
Fascia visceral
Base del ligamento ancho
Plano de (A)
Cuello
Peritoneo
Obturador interno
*Fascia obturatriz
Arcada tendinosa del elevador del ano
Ligamento cardinal
Elevador del ano
Paracolpio
*Fascia inferior del diafragma pélvico
Próstata
Vagina
Fosa isquioanal
Compresor de la uretra
Glándula bulbouretral
Esfínter externo de la uretra
Vestíbulo de la vagina
*Membrana perineal
Pilar del pene
Isquiocavernoso
*Fascia perineal profunda (de revestimiento)
Isquiocavernoso
Espacio perineal superficial
*Fascia perineal
Espacio perineal superficial
Bulbo del vestíbulo
Bulboesponjoso
Piel
Bulbo del pene
Uretra esponjosa
Bulbocavernoso

(C) Vista anterior de una sección coronal por el plano señalado en (A)

(D) Vista anterior de una sección coronal por el plano señalado en (B)


Peritoneo
*Fascia inferior del diafragma pélvico
Obturador interno
Isquion
*Fascia obturatriz
Diafragma pélvico
Conducto pudendo
Almohadilla adiposa isquioanal
Ano
Esfínter externo del ano
Línea alba
Sínfisis del pubis
*Ligamento fundiforme del pene
Huesos púbicos
Vena dorsal profunda
*Ligamento suspensorio del pene
Cuerpos cavernosos del pene
*Fascia lata
*Túnica dartos del pene
Cuerpo esponjoso
*Fascia profunda del pene
Uretra esponjosa
*Tabique escrotal
*Músculo dartos
Piel
*Túnica dartos del escroto

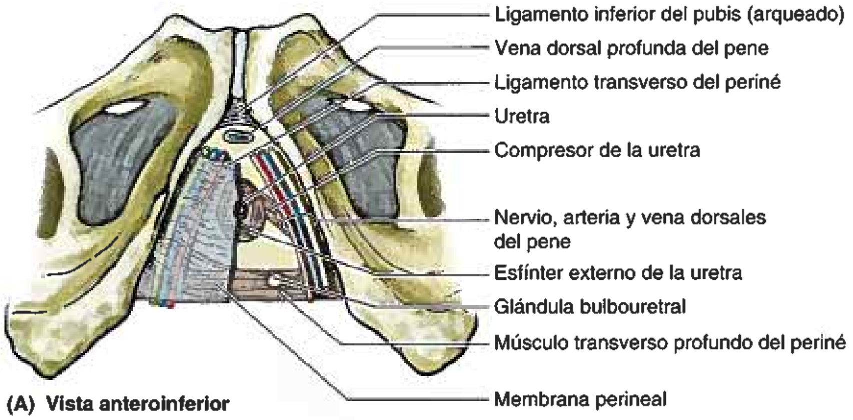
(E) Vista anterior de una sección coronal por el plano señalado en (A) y (B)

(F) Vista anterior de una sección coronal por el plano señalado en (B)

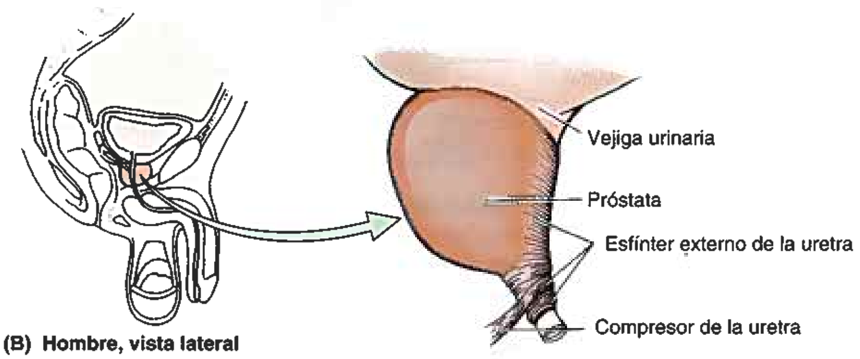
FIGURA 3-53. Fascias del periné. A y B. Secciones sagitales medias, vistas desde la izquierda, que muestran las fascias en la mujer **(A)** y en el hombre **(B)**. Se indican los planos de los cortes que se muestran en las ilustraciones C a F. **C.** Sección coronal del triángulo urogenital femenino en el plano de la vagina. Se muestran los componentes fibroareolares de la fascia endopelviana (ligamento cardinal y paracolpio). **D.** Sección coronal del triángulo urogenital masculino en el plano de la uretra prostática. **E.** Sección coronal del triángulo anal en el plano de los conductos rectal inferior y anal. **F.** Sección coronal que muestra el tejido subcutáneo del pene y el escroto proximales. En la figura 3-61C puede verse una ampliación de las capas del pene.

perineal profundo se describía como formado por un *diafragma urogenital* trilaminar y triangular. Aunque las descripciones clásicas parecen justificadas cuando únicamente se observa la cara superficial de las estructuras que ocupan el espacio perineal profundo (fig. 3-54A), el concepto, tanto tiempo mantenido, de un diafragma urogenital plano, esencialmente bidimensional, es erróneo. Según este concepto, el «diafragma urogenital» trilaminar estaba formado por la membrana perineal (fascia inferior del diafragma urogenital) inferiormente, una fascia superior del diafragma urogenital superiormente, y los músculos profundos del periné entre ellas. El espacio perineal profundo era el espacio entre las dos membranas fasciales, ocupado por lo que se consideraba que era una capa muscular plana formada por un esfínter uretral, semejante a un disco, anterior a o dentro de un músculo, también bidimensional, orientado transversalmente: el músculo transverso profundo del periné. Se consideraba que, en el varón, las glándulas bulbouretrales también eran ocupantes del espacio perineal profundo. Sólo las descripciones de la membrana perineal y de los músculos transversos profundos del periné del varón (con las glándulas embebidas) parecen estar apoyadas por la evidencia, con imágenes diagnósticas obtenidas en individuos vivos (Myers *et al.*, 1998a, 1998b). Todavía hay numerosos textos, atlas e ilustraciones médicas que siguen el modelo antiguo, y es probable que los estudiantes encuentren esas imágenes no actualizadas en su formación clínica teórica y práctica, por lo que deben tener presentes las inexactitudes que contienen.

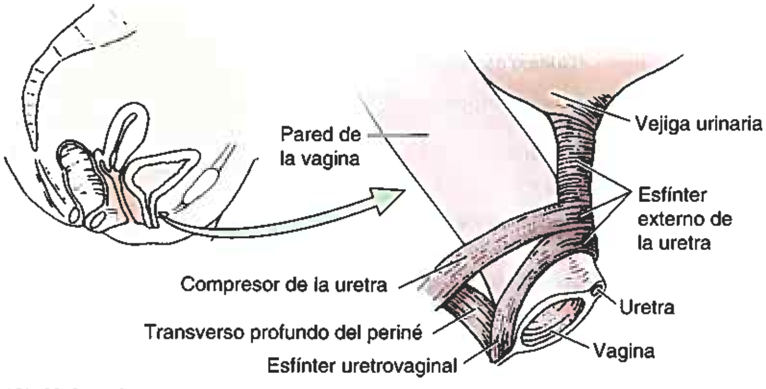
Conceptos actuales sobre el espacio perineal profundo y el esfínter externo de la uretra. En la mujer, el borde posterior de la membrana perineal suele estar ocupado por una masa de músculo liso en lugar de los músculos transversos profundos del periné (Wendell-Smith, 1995). Inmediatamente superior a la mitad posterior de la membrana perineal, el músculo transverso profundo del periné, plano y semejante a una lámina, cuando está


Ligamento inferior del pubis (arqueado)
Vena dorsal profunda del pene
Ligamento transverso del periné
Uretra
Compresor de la uretra
Nervio, arteria y vena dorsales del pene
Esfínter externo de la uretra
Glándula bulbouretral
Músculo transverso profundo del periné
Membrana perineal

(A) Vista anteroinferior


Vejiga urinaria
Próstata
Esfínter externo de la uretra
Compresor de la uretra

(B) Hombre, vista lateral


Pared de la vagina
Vejiga urinaria
Esfínter externo de la uretra
Compresor de la uretra
Transverso profundo del periné
Esfínter uretrovaginal
Uretra
Vagina

(C) Mujer, vista lateral

FIGURA 3-54. Espacio perineal profundo y esfínteres externos de la uretra masculina y femenina. A. Se observa el espacio perineal profundo a través de la membrana perineal (lado izquierdo) y tras eliminarla (lado derecho). **B.** Las fibras a modo de canal de la porción superior del esfínter externo de la uretra masculina ascienden hasta el cuello de la vejiga formando parte del istmo de la próstata. La porción inferior del esfínter incluye porciones cilíndricas y en asa (compresor de la uretra). **C.** Complejo esfinteriano de la uretra femenina.

desarrollado (habitualmente sólo en el hombre) proporciona un soporte dinámico a las vísceras pélvicas. Sin embargo, como describió Oelrich (1980), el esfínter de la uretra no es una estructura plana, y la única «fascia superior» es la fascia del esfínter externo de la uretra. El concepto contemporáneo considera que la *fascia inferior del diafragma pélvico* es el límite superior del espacio perineal profundo (v. fig. 3-53C a E). En ambas perspectivas, la fuerte *membrana perineal* es el límite inferior (suelo) del espacio perineal profundo. La membrana perineal, con el cuerpo perineal, es de hecho el soporte pasivo final de las vísceras pélvicas.

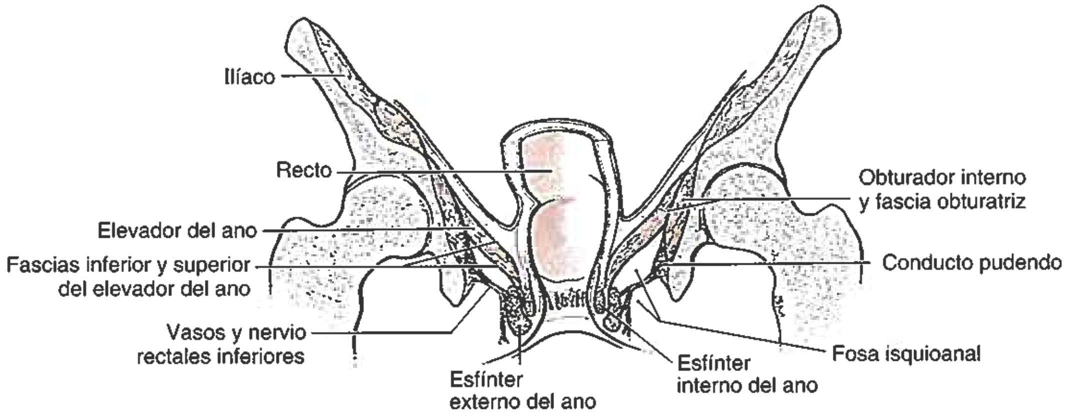
El **esfínter externo de la uretra** masculina se parece más a un tubo o un canal que a un disco. En el varón, sólo la parte inferior del músculo forma un revestimiento circular (un verdadero esfínter) para la porción intermedia de la uretra, inferior a la próstata (fig. 3-54B). Su parte más grande, semejante a un canal, se extiende verticalmente hacia el cuello de la vejiga urinaria como parte del *istmo de la próstata,* desplazando el tejido glandular y revistiendo la uretra prostática sólo anterior y anterolateralmente (v. también fig. 3-38). Aparentemente, el primordio muscular se establece alrededor de toda la longitud de la uretra antes del desarrollo de la próstata. Como la próstata se desarrolla a partir de las glándulas uretrales, el músculo posterior y posterolateral se atrofia, o es desplazado por la próstata. Aún se debate si esta parte del músculo comprime o dilata la uretra prostática.

Según Oelrich (1983), en la mujer el **esfínter externo de la uretra** es más propiamente un «esfínter urogenital». Según Oelrich, una porción forma un verdadero esfínter anular alrededor de la uretra (fig. 3-54C), con varias porciones adicionales que se extienden desde él: una porción superior, que se extiende hacia el cuello de la vejiga; una subdivisión descrita como una extensión inferolateral hacia la rama isquiática de cada lado (el músculo compresor de la uretra); y otra porción, semejante a una banda, que circunda la vagina y la uretra (esfínter uretrovaginal). Tanto en el hombre como en la mujer, la musculatura descrita se orienta perpendicular a la membrana perineal, en lugar de descansar en el plano paralelo a ésta.

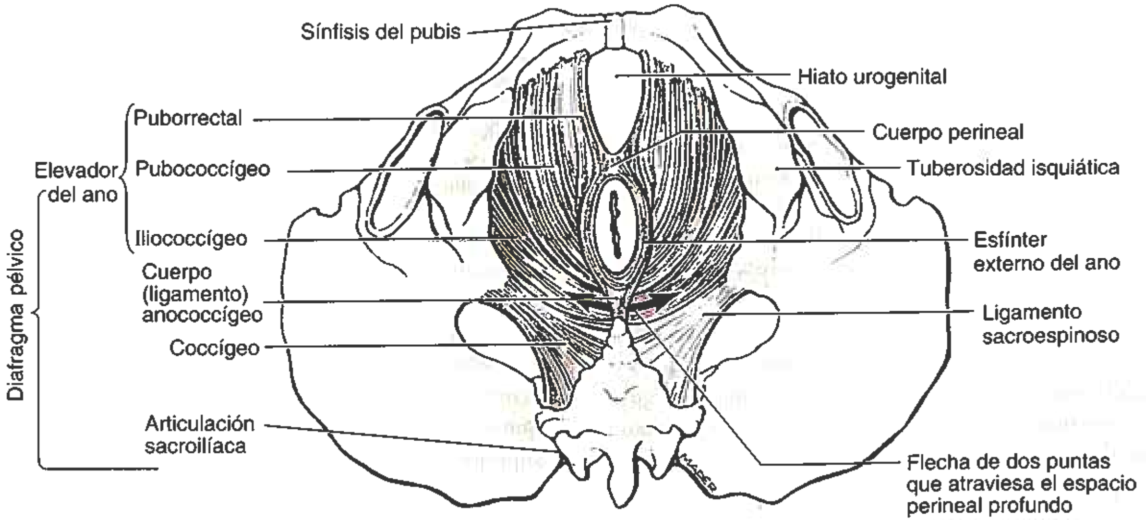
Características del triángulo anal

FOSAS ISQUIOANALES

Las **fosas isquioanales** (antiguamente fosas isquiorrectales), situadas a ambos lados del conducto anal, son grandes espacios cuneiformes, tapizados por fascia, entre la piel de la región anal y

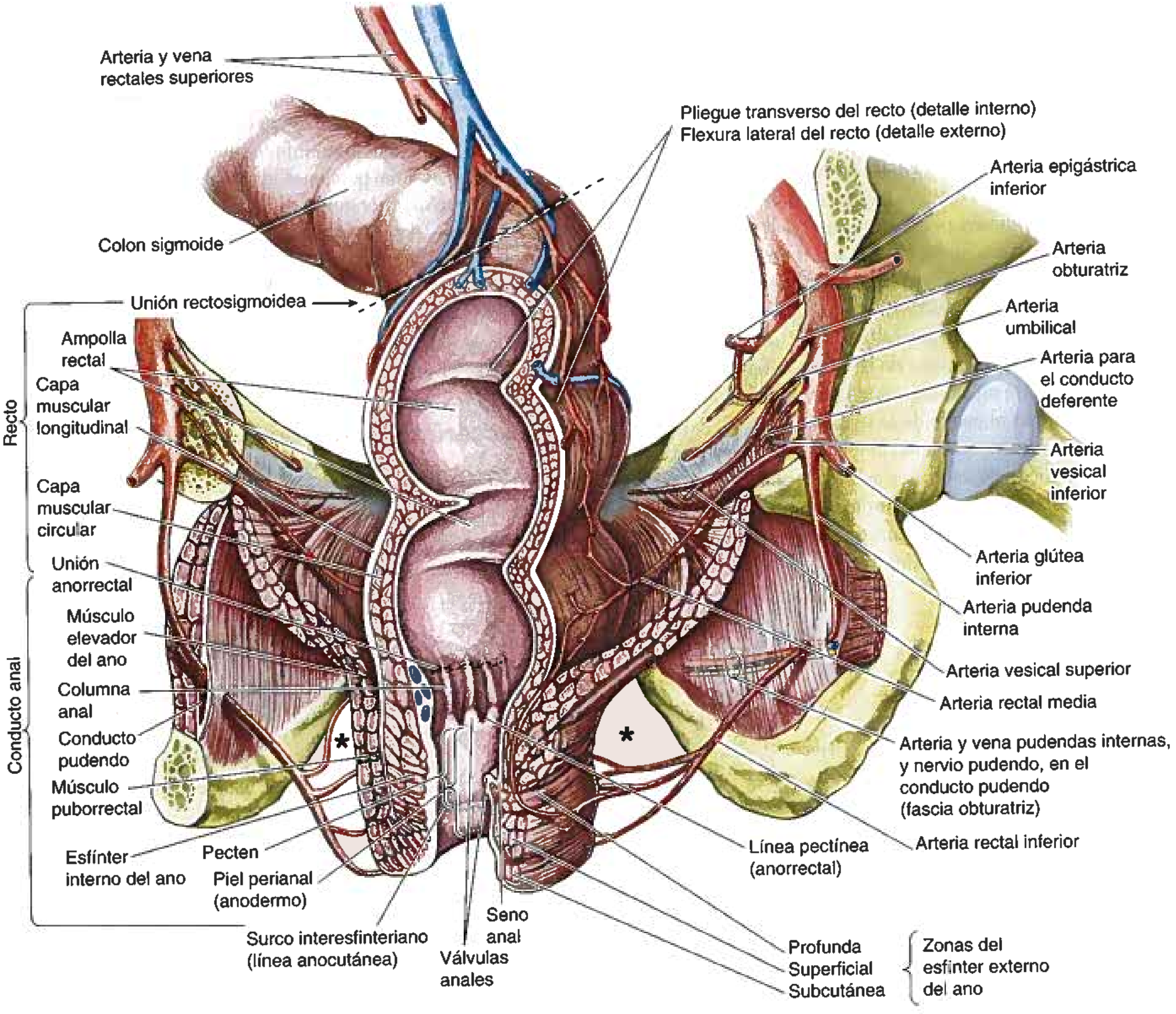

Ilíaco
Recto
Elevador del ano
Fascias inferior y superior del elevador del ano
Vasos y nervio rectales inferiores
Esfínter externo del ano
Esfínter interno del ano
Fosa isquioanal
Conducto pudendo
Obturador interno y fascia obturatriz

(A) Vista anterior de una sección coronal esquemática


Sínfisis del pubis
Hiato urogenital
Puborrectal
Pubococcígeo
Iliococcígeo
Elevador del ano
Cuerpo perineal
Tuberosidad isquiática
Esfínter externo del ano
Cuerpo (ligamento) anococcígeo
Ligamento sacroespinoso
Coccígeo
Diafragma pélvico
Articulación sacroilíaca
Flecha de dos puntas que atraviesa el espacio perineal profundo
MADER

(B) Vista inferior del periné (posición de litotomía)

FIGURA 3-55. Diafragma pélvico y fosas isquioanales. A. Sección coronal de la pelvis en el plano del recto y el conducto anal que muestra las paredes laterales y mediales, y el techo de las fosas isquioanales. **B.** La fascia que cubre la cara inferior del diafragma pélvico forma el techo de las fosas isquioanales. Se ha eliminado el ligamento sacroespinoso izquierdo para mostrar el músculo coccígeo. Los abscesos en las fosas isquioanales derecha o izquierda pueden alcanzar la fosa contralateral a través del espacio postanal profundo *(flecha de dos puntas).*


Arteria y vena rectales superiores
Colon sigmoide
Unión rectosigmoidea
Recto
Ampolla rectal
Capa muscular longitudinal
Capa muscular circular
Unión anorrectal
Conducto anal
Músculo elevador del ano
Columna anal
Conducto pudendo
Músculo puborrectal
Esfínter interno del ano
Pecten
Piel perianal (anodermo)
Surco interesfinteriano (línea anocutánea)
Seno anal
Válvulas anales
Pliegue transverso del recto (detalle interno)
Flexura lateral del recto (detalle externo)
Arteria epigástrica inferior
Arteria obturatriz
Arteria umbilical
Arteria para el conducto deferente
Arteria vesical inferior
Arteria glútea inferior
Arteria pudenda interna
Arteria vesical superior
Arteria rectal media
Arteria y vena pudendas internas, y nervio pudendo, en el conducto pudendo (fascia obturatriz)
Línea pectínea (anorrectal)
Arteria rectal inferior
Profunda
Superficial
Subcutánea
Zonas del esfínter externo del ano
*
*

Vista posterior de la pelvis y el periné anteriores

*Fosas isquioanales

FIGURA 3-56. Recto y conducto anal, elevador del ano y fosa isquioanal. Se han eliminado el tercio posterolateral izquierdo del recto y del conducto anal para mostrar las características de la luz. Los vasos y nervios pudendos discurren por el conducto pudendo, un espacio en el interior de la fascia obturatriz que cubre la cara medial del obturador interno, revistiendo la pared lateral de la fosa isquioanal.

el diafragma pélvico (figs. 3-53D, 3-55A y 3-56). El vértice de cada fosa se sitúa superiormente en el punto donde el músculo elevador del ano se origina en la fascia obturatriz. Las fosas isquioanales, anchas inferiormente y estrechas superiormente, están rellenas de tejido adiposo y conectivo laxo. Las dos fosas isquioanales se comunican a través del *espacio postanal profundo* sobre el *cuerpo* o *ligamento anococcígeo,* una masa fibrosa localizada entre el conducto anal y el vértice del cóccix (figs. 3-53A y B, y 3-55B).

Cada fosa isquioanal está limitada:

- Lateralmente, por el isquion y la porción inferior del obturador interno, cubierto por la fascia obturatriz.
- Medialmente, por el esfínter externo del ano, con una pared medial superior o techo, inclinada, formada por el elevador del ano cuando desciende para fusionarse con el esfínter; ambas estructuras rodean el conducto anal.
- Posteriormente, por el ligamento sacrotuberoso y el glúteo mayor.
- Anteriormente, por los cuerpos de ambos pubis, inferiormente al origen del músculo puborrectal; estas porciones de las fosas, que se extienden hacia el interior del triángulo urogenital superior a la membrana perineal (y la musculatura de su cara superior) se conocen como **recesos anteriores de las fosas isquioanales.**

Las fosas isquioanales están rellenas de grasa, que forma los **cuerpos adiposos de las fosas isquioanales.** Estos cuerpos adiposos sostienen el conducto anal, aunque se desplazan con facilidad para permitir la expansión de éste durante el paso de las heces. Los cuerpos adiposos están atravesados por fuertes bandas fibrosas y varias estructuras vasculonerviosas, que incluyen los vasos y nervios anales/rectales inferiores y otros dos nervios cutáneos: el ramo perforante de S2 y S3, y el ramo perineal del nervio S4.

EL CONDUCTO PUDENDO Y SU PAQUETE VASCULONERVIOSO

El **conducto pudendo** (conducto de Alcock) es, esencialmente, una vía de paso horizontal dentro de la fascia obturatriz, que cubre la cara medial del músculo obturador interno y tapiza la pared lateral de la fosa isquioanal (figs. 3-55A y 3-56). La arteria y la vena pudendas internas, el nervio pudendo y el nervio del músculo obturador interno entran en el conducto al nivel de la escotadura ciática menor, inferiormente a la espina ciática. Los vasos pudendos internos aportan y drenan sangre al periné; el nervio pudendo inerva la mayor parte de éste. Cuando la arteria y el nervio entran en el conducto, dan origen a la **arteria** y el **nervio rectales inferiores,** que luego discurren medialmente para irrigar e inervar el esfínter externo del ano y la piel perianal (figs. 3-56 a 3-58; tabla 3-8). Hacia el extremo distal (anterior) del conducto pudendo, la arteria y el nervio se bifurcan, dando origen al *nervio* y la *arteria perineales,* que se distribuyen fundamentalmente por el espacio perineal superficial (inferior a la membrana perineal), y a la *arteria* y el *nervio dorsales del pene o del clítoris,* que discurren en el espacio perineal profundo (superior a la membrana perineal). Cuando estas últimas estructuras alcanzan el dorso del pene o del clítoris, los nervios discurren distalmente sobre la cara lateral de la continuación de la arteria pudenda interna mientras ambos se dirigen al glande del pene o al glande del clítoris.

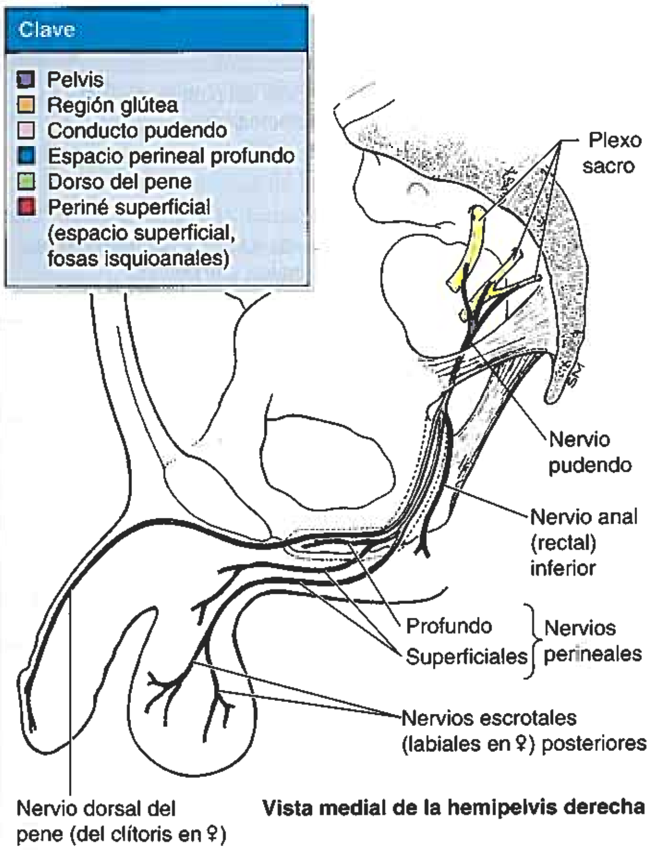

Clave
🟪 Pelvis
🟧 Región glútea
▢ Conducto pudendo
🟦 Espacio perineal profundo
🟩 Dorso del pene
🟥 Periné superficial (espacio superficial, fosas isquioanales)
Plexo sacro
Nervio pudendo
Nervio anal (rectal) inferior
Profundo
Superficiales
Nervios perineales
Nervios escrotales (labiales en ♀) posteriores
Nervio dorsal del pene (del clítoris en ♀)
Vista medial de la hemipelvis derecha

FIGURA 3-57. Distribución del nervio pudendo. Se muestran las cinco regiones que cruza el nervio. El nervio pudendo inerva la piel, los órganos y los músculos del periné; por lo tanto, participa en la micción, la defecación, la erección, la eyaculación y, en la mujer, en el parto. Aunque aquí se muestra la distribución del nervio pudendo en el hombre, es parecida a la de la mujer, ya que las partes del periné femenino son homólogas a las del masculino.

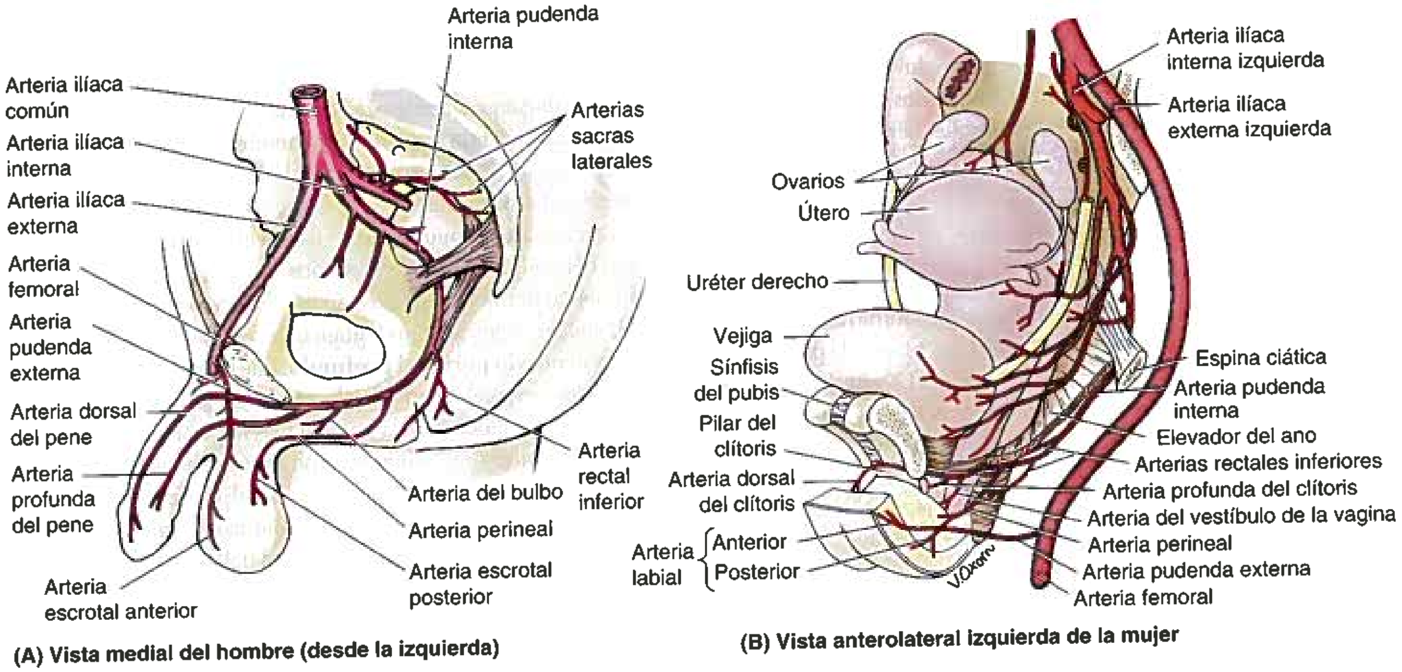
El nervio perineal tiene dos ramos: el **nervio perineal superficial,** que da origen a ramos (cutáneos) escrotales o labiales posteriores, y el **nervio perineal profundo,** que inerva los músculos de los espacios perineales superficial y profundo, la piel del vestíbulo de la vagina y la mucosa de la porción más inferior de la vagina. El nervio rectal inferior se comunica con los nervios escrotal o labial posterior y perineal. El **nervio dorsal del pene** o **del clítoris** es el principal nervio sensitivo del órgano masculino o femenino, especialmente del sensible extremo distal del glande.

CONDUCTO ANAL

El **conducto anal** es la porción terminal del intestino grueso y del tubo digestivo. Se extiende desde la cara superior del diafragma pélvico hasta el **ano** (figs. 3-55B y 3-56). El conducto (con una longitud de 2,5 a 3,5 cm) se inicia donde la ampolla rectal se estrecha bruscamente, al nivel del asa en forma de U formada por el músculo puborrectal (fig. 3-12). El conducto termina en el ano, la salida al exterior del tubo digestivo. El conducto anal, rodeado por los esfínteres interno y externo del ano, desciende posteroinferiormente entre el cuerpo o ligamento anococcígeo y el cuerpo perineal. El conducto anal está normalmente colapsado, salvo durante el paso de las heces. Ambos esfínteres deben relajarse antes de que se produzca la defecación.

El **esfínter interno del ano** (figs. 3-55A y 3-56) es un esfínter involuntario que rodea los dos tercios superiores del conducto anal. Es un engrosamiento de la capa muscular circular. Su contracción (tono) es estimulada y mantenida por fibras simpáticas de los plexos rectal superior (periarterial) e hipogástrico. Es inhibido por fibras parasimpáticas, tanto intrínsecamente en relación al peristaltismo como extrínsecamente por fibras que pasan a través de los nervios esplácnicos. Este esfínter está contraído tónicamente la mayor parte del tiempo para evitar la salida de líquido o gases; sin embargo, se relaja (es inhibido) temporalmente en respuesta a la distensión de la ampolla rectal por heces o gas, lo que requiere la contracción voluntaria del puborrectal y del esfínter externo del ano si no se produce la defecación o la expulsión de los gases. La ampolla se relaja tras una distensión inicial (cuando se atenúa el peristaltismo) y el tono regresa hasta el siguiente movimiento peristáltico o hasta que se alcance un umbral de distensión, momento en que la inhibición del esfínter es continua hasta que se alivia la distensión.

El **esfínter externo del ano** es un gran esfínter voluntario que forma una banda ancha a cada lado de los dos tercios inferiores del conducto anal (figs. 3-52E, 3-55 y 3-56). Este esfínter está fijado anteriormente al cuerpo perineal y posteriormente al cóccix mediante el ligamento anococcígeo. Se fusiona superiormente con el músculo puborrectal.


Arteria pudenda interna
Arteria ilíaca común
Arteria ilíaca interna
Arteria ilíaca externa
Arteria femoral
Arteria pudenda externa
Arteria dorsal del pene
Arteria profunda del pene
Arteria escrotal anterior
Arterias sacras laterales
Arteria rectal inferior
Arteria del bulbo
Arteria perineal
Arteria escrotal posterior
Arteria ilíaca interna izquierda
Arteria ilíaca externa izquierda
Ovarios
Útero
Uréter derecho
Vejiga
Sínfisis del pubis
Pilar del clítoris
Arteria dorsal del clítoris
Arteria labial
Anterior
Posterior
Espina ciática
Arteria pudenda interna
Elevador del ano
Arterias rectales inferiores
Arteria profunda del clítoris
Arteria del vestíbulo de la vagina
Arteria perineal
Arteria pudenda externa
Arteria femoral
V.Oxorn

(A) Vista medial del hombre (desde la izquierda)

(B) Vista anterolateral izquierda de la mujer

FIGURA 3-58. Arterias del periné.

TABLA 3-8. ARTERIAS DEL PERINÉ

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución en el periné
Pudenda interna	División anterior de la arteria ilíaca interna	Abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor; se incurva alrededor de la espina ciática para entrar en el periné por el agujero ciático menor; entra en el conducto pudendo	Arteria principal del periné y los órganos genitales externos
Rectal inferior	Arteria pudenda interna	Se origina a la entrada del conducto pudendo; cruza la fosa isquioanal hacia el conducto anal	Conducto anal, inferior a la línea pectínea; esfínteres anales; piel perianal
Perineal		Se origina dentro del conducto pudendo; a su salida pasa hacia el espacio perineal superficial	Músculos superficiales del periné y escroto en el hombre; vestíbulo en la mujer
Escrotal (♂) o labial (♀) posterior	Rama terminal de la arteria perineal	Discurre en el tejido subcutáneo de la porción posterior del escroto o los labios mayores	Piel del escroto o labios mayores y menores
Arteria del bulbo del pene (♂) o del bulbo del vestíbulo (♀)		Atraviesa la membrana perineal para alcanzar el bulbo del pene o el vestíbulo de la vagina	Bulbo del pene (incluida la uretra bulbar) y glándula bulbouretral (hombre) o bulbo del vestíbulo y glándula vestibular mayor (mujer)
Arteria profunda del pene (♂) o del clítoris (♀)	Rama terminal de la arteria pudenda interna	Atraviesa la membrana perineal para entrar en los pilares de los cuerpos cavernosos del pene o del clítoris; sus ramas discurren proximal y distalmente	Irriga la mayor parte del tejido eréctil de los cuerpos cavernosos del pene o del clítoris a través de las arterias helicinas
Arteria dorsal del pene (♂) o del clítoris (♀)		Pasa al espacio profundo, atraviesa la membrana perineal y pasa a través del ligamento suspensorio del pene o del clítoris, para discurrir sobre el dorso del pene o del clítoris	Espacio perineal profundo; piel del pene; fascia del pene o del clítoris; porción distal del cuerpo esponjoso del pene, incluida la porción esponjosa de la uretra; glande del pene o del clítoris
Pudenda externa, ramas superficial y profunda	Arteria femoral	Discurre medialmente a través del muslo, para alcanzar la cara anterior del triángulo urogenital	Cara anterior del escroto y piel de la raíz del pene, en el hombre; monte del pubis y cara anterior de los labios, en la mujer

El esfínter externo del ano consta de tres porciones: subcutánea, superficial y profunda. Se trata más bien de zonas que de vientres musculares, y no suelen diferenciarse. El esfínter externo del ano está inervado, fundamentalmente, por S4 a través del nervio rectal inferior (fig. 3-57), aunque su porción profunda también recibe fibras del nervio para el elevador del ano, en común con el puborrectal, con el cual se contrae al unísono para mantener la continencia cuando el esfínter interno está relajado (excepto durante la defecación).

Internamente, la mitad superior de la mucosa del conducto anal se caracteriza por una serie de crestas longitudinales denominadas **columnas anales** (fig. 3-56). Estas columnas contienen las ramas terminales de la arteria y la vena rectales superiores. La **unión anorrectal,** señalada por los extremos superiores de las columnas anales, es donde el recto se une al conducto anal. En este punto, la ancha ampolla rectal se estrecha bruscamente al atravesar el diafragma de la pelvis. Los extremos inferiores de estas columnas están unidos por **válvulas anales.** Por encima de estas válvulas hay pequeños recesos denominados **senos anales.** Cuando las heces los comprimen, los senos anales exudan moco que ayuda en la evacuación de éstas por el conducto anal.

El límite inferior de las válvulas anales, en forma de peine, constituye una línea irregular, la **línea pectínea,** que señala la unión de la porción superior del conducto anal (visceral, derivada del intestino posterior embrionario) y la porción inferior (somática, derivada del proctodeo embrionario).

El conducto anal superior a la línea pectínea difiere del situado en la parte inferior a ésta en su aporte arterial, inervación y drenaje venoso y linfático (fig. 3-59). Estas diferencias se deben a los distintos orígenes embrionarios de las porciones superior e inferior del conducto anal (Moore y Persaud, 2008).

Irrigación arterial del conducto anal. La *arteria rectal superior* irriga la porción del conducto anal superior a la *línea pectínea* (figs. 3-32A y 3-59). Las dos *arterias rectales inferiores* irrigan la porción del conducto anal *inferior a la línea pectínea,* así como los músculos circundantes y la piel perianal (figs. 3-32, 3-58 y 3-59; tabla 3-8). Las *arterias rectales medias* colaboran en el aporte sanguíneo al conducto anal formando anastomosis con las arterias rectales superior e inferiores.

Drenaje venoso y linfático del conducto anal. El *plexo venoso rectal interno* drena en ambas direcciones desde el nivel de la línea pectínea. *Superior a la línea pectínea,* el plexo venoso rectal interno drena principalmente en la *vena rectal superior* (una tributaria de la vena mesentérica inferior) y en el sistema porta hepático (figs. 3-32B y 3-59). *Inferior a la línea pectínea,* el plexo venoso rectal interno drena en las *venas rectales inferiores* (tributarias del sistema de la vena cava), alrededor del margen del esfínter externo del ano. Las *venas rectales medias* (tributarias de las venas ilíacas internas) drenan, principalmente, la capa muscular externa de la ampolla rectal y forman anastomosis con las venas rectales superior e inferiores. Además de las abundantes anastomosis venosas, los plexos venosos rectales reciben múltiples anastomosis arteriovenosas desde las arterias rectales superior y media.

La submucosa normal de la unión anorrectal está notablemente engrosada, y al corte tiene el aspecto de un tejido cavernoso (eréctil) debido a la presencia de venas saculares del plexo venoso rectal interno. La submucosa vascular está especialmente engrosada en las posiciones lateral izquierda, anterolateral derecha y posterolateral derecha, formando unas almohadillas anales en el punto de cierre del conducto anal. Como estas almohadillas contienen plexos de venas saculares que pueden recibir directamente sangre arterial a través de múltiples anastomosis arteriovenosas, son flexibles y dilatables de forma variable, y constituyen una especie de válvula que contribuye a la estanqueidad acuosa y gaseosa del conducto anal.

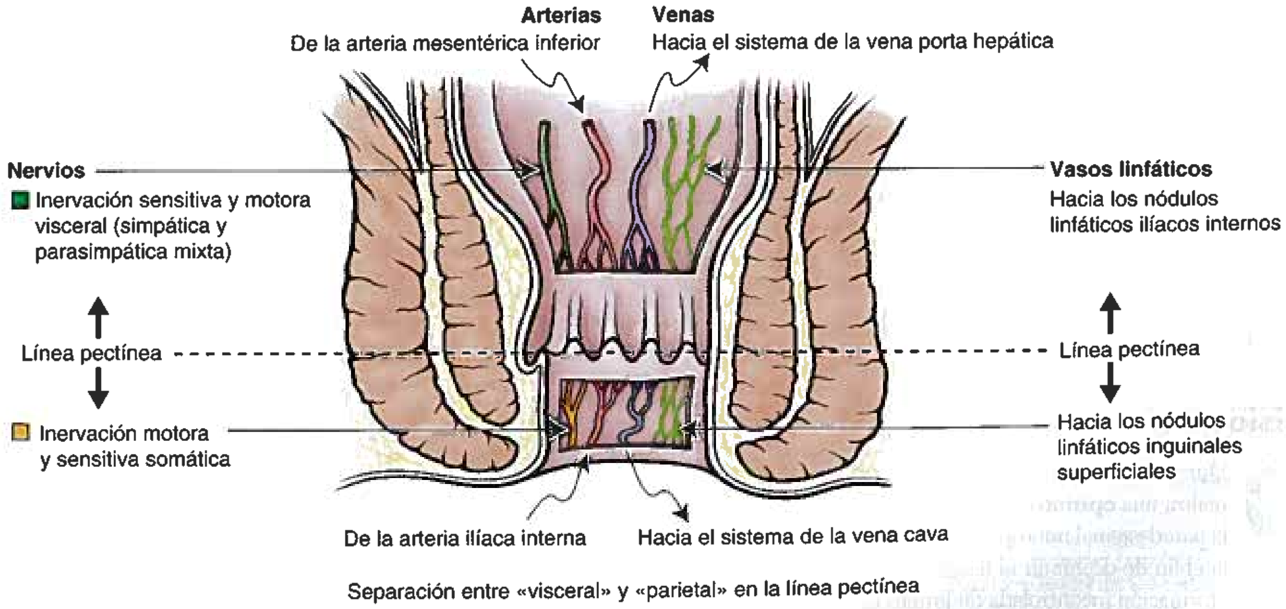

Arterias
De la arteria mesentérica inferior
Venas
Hacia el sistema de la vena porta hepática
Nervios
🟩 Inervación sensitiva y motora visceral (simpática y parasimpática mixta)
Vasos linfáticos
Hacia los nódulos linfáticos ilíacos internos
Línea pectínea
Línea pectínea
🟨 Inervación motora y sensitiva somática
Hacia los nódulos linfáticos inguinales superficiales
De la arteria ilíaca interna
Hacia el sistema de la vena cava
Separación entre «visceral» y «parietal» en la línea pectínea

FIGURA 3-59. Transiciones que se producen en la línea pectínea. Los vasos y nervios superiores a la línea pectínea son viscerales; los inferiores a la línea son parietales o somáticos. Esta configuración refleja el desarrollo embrionario del anorrecto.

Superior a la línea pectínea, los vasos linfáticos drenan profundamente en los *nódulos linfáticos ilíacos internos* y, a través de ellos, en los nódulos linfáticos ilíacos comunes y lumbares (figuras 3-48B y 3-59; tabla 3-7). *Inferior a la línea pectínea*, los vasos linfáticos drenan en los **nódulos linfáticos inguinales superficiales,** como la mayor parte del periné.

Inervación del conducto anal. La inervación de la porción del conducto anal *superior a la línea pectínea* es una inervación visceral desde el *plexo hipogástrico inferior* (fibras simpáticas, parasimpáticas y aferentes viscerales; figs. 3-33 y 3-59). Las fibras simpáticas mantienen el tono del esfínter interno del ano. Las fibras parasimpáticas inhiben el tono del esfínter interno del ano y provocan contracciones peristálticas para la defecación. La porción superior del conducto anal, al igual que el recto superior a ella, es *inferior a la línea de dolor de la pelvis* (v. tabla 3-3); todas las fibras aferentes viscerales discurren con las fibras parasimpáticas hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales S2-4. Superior a la línea pectínea, el conducto anal sólo es sensible al estiramiento, que provoca sensaciones tanto conscientes como inconscientes (reflejas). Por ejemplo, la distensión de la ampolla rectal inhibe (relaja) el tono del esfínter interno.

La inervación del conducto anal *inferior a la línea pectínea* es somática y deriva de los *nervios anales (rectales) inferiores*, ramos del nervio pudendo. Por tanto, esta parte del conducto anal es sensible al dolor, al tacto y a la temperatura. Las fibras eferentes somáticas estimulan la contracción del esfínter externo del ano, voluntario.

PERINÉ

Rotura del cuerpo perineal

El cuerpo perineal es una estructura importante, especialmente en la mujer, ya que es el soporte final de las vísceras pélvicas y enlaza músculos que se extienden a través de la abertura (estrecho) inferior de la pelvis, como vigas que se cruzan y sostienen el diafragma pélvico que se encuentra encima. Durante el parto puede producirse una distensión o un desgarro de esta inserción de los músculos del periné en el cuerpo perineal, con lo cual el suelo de la pelvis pierde su sostén. Debido a ello, puede producirse un *prolapso de las vísceras pélvicas*, como el prolapso vesical (a través de la uretra) y el prolapso del útero, de la vagina o de ambos (a través del orificio vaginal). (En el cuadro azul «Disposición del útero y prolapso uterino», p. 392, se muestran varios grados de prolapso.)

El cuerpo perineal también puede romperse por traumatismos, enfermedades inflamatorias e infecciones, que pueden provocar la aparición de una *fístula* (un conducto anómalo) conectada con el vestíbulo (v. el cuadro azul «Fístulas vaginales», p. 396). El debilitamiento del cuerpo perineal, asociado a la diastasis (separación) de las porciones puborrectal y pubococcígea del elevador del ano, también puede provocar la formación de un **cistocele,** un **rectocele** y/o un **enterocele,** protrusiones herniarias de parte de la vejiga, el recto o el fondo de saco rectovaginal, respectivamente, en la pared de la vagina (fig. C3-28).

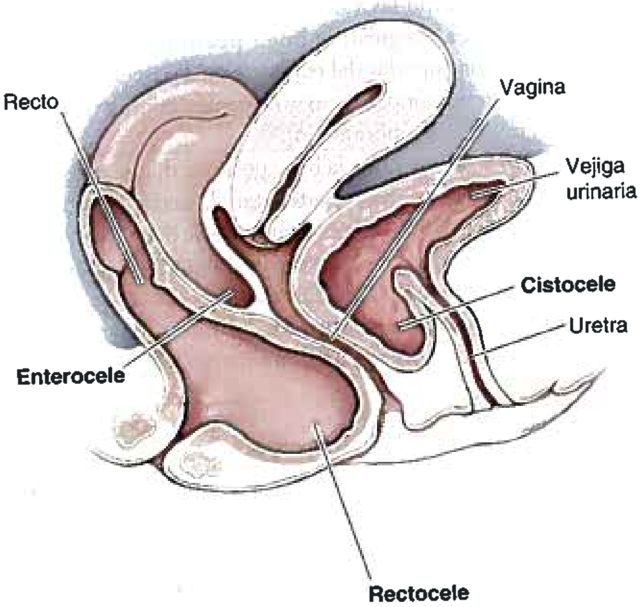
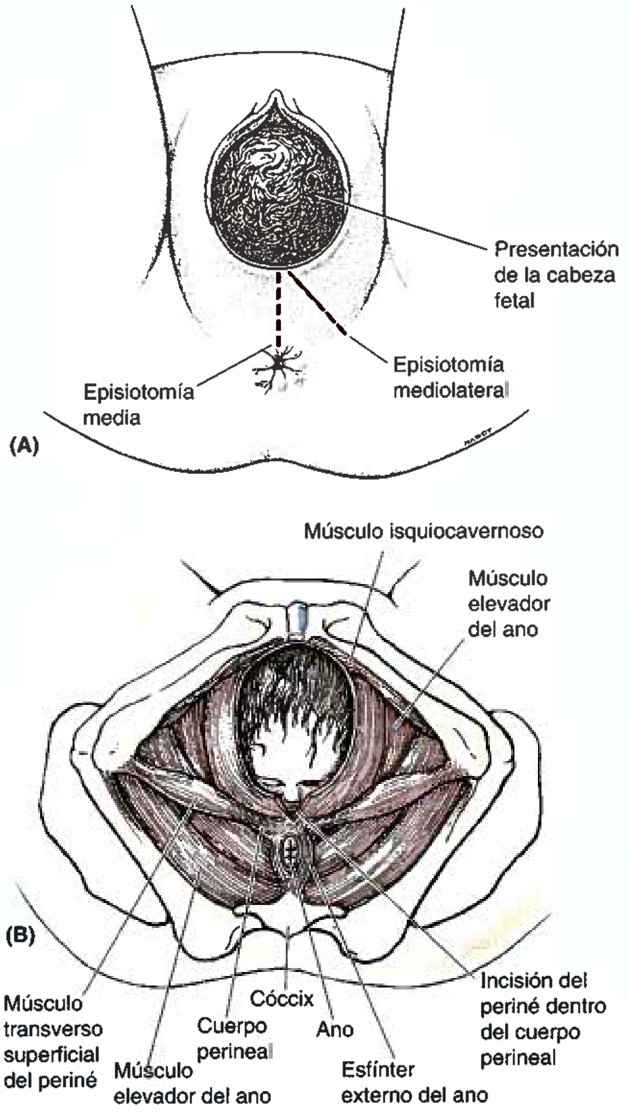


FIGURA C3-28.

Episiotomía

Durante la cirugía vaginal y el parto, con frecuencia se realiza una **episiotomía** (incisión quirúrgica del periné y la pared vaginal inferoposterior) para aumentar el orificio vaginal, con el fin de disminuir el desgarro traumático excesivo del periné y la formación incontrolada de jirones de los músculos perineales. Las episiotomías siguen realizándose en un gran porcentaje de los partos vaginales en Estados Unidos (Gabbe *et al.*, 2007). Existe un consenso general en cuanto a que la episiotomía está indicada cuando se interrumpe o se prolonga el descenso del feto, cuando es necesaria la instrumentalización (p. ej., el uso de fórceps obstétricos) y para facilitar el parto cuando hay signos de sufrimiento fetal. Sin embargo, la realización sistemática de una episiotomía profiláctica es muy discutida, y su frecuencia está disminuyendo.

El cuerpo perineal es la principal estructura que se secciona en la **episiotomía media** (fig. C3-29A y B). La justificación teórica de la incisión media es que la cicatriz que se produce al cerrarse la herida no se diferenciará mucho del tejido fibroso que la rodea. Asimismo, como la incisión sólo se extiende parcialmente en ese tejido fibroso, algunos cirujanos consideran que hay más probabilidades de que la incisión se autolimite y pueda resistir desgarros


Presentación de la cabeza fetal
Episiotomía mediolateral
Episiotomía media
(A)
Músculo isquiocavernoso
Músculo elevador del ano
(B)
Incisión del periné dentro del cuerpo perineal
Cóccix
Músculo transverso superficial del periné
Cuerpo perineal
Ano
Músculo elevador del ano
Esfínter externo del ano

Vista inferior (posición de litotomía)

FIGURA C3-29.

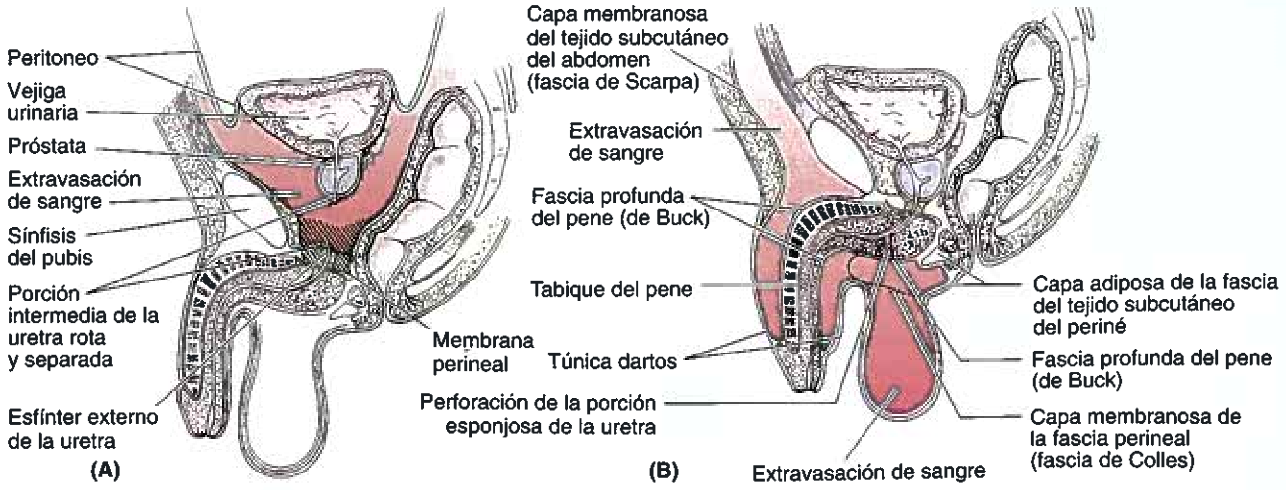
adicionales. Sin embargo, si el desgarro aumenta se dirigirá hacia el ano, y puede producir como secuelas lesiones del esfínter o fístulas anovaginales. Estudios recientes indican que las episiotomías medias se asocian a una mayor incidencia de laceraciones graves, que a su vez se asocian a una mayor incidencia de incontinencia a largo plazo, prolapso pélvico y fístulas anovaginales.

Las episiotomías mediolaterales (fig. C3-29A) parecen presentar una menor incidencia de laceraciones graves y es menos probable que se asocien a lesiones del esfínter y el conducto anal. (*Nota:* el uso clínico del término *mediolateral* resulta técnicamente inadecuado en este contexto; en realidad se refiere a una incisión que inicialmente es una incisión media y a continuación gira lateralmente mientras avanza posteriormente, rodeando el cuerpo perineal y dirigiendo los posibles nuevos desgarros lejos del ano.)

Rotura de la uretra en el varón y extravasación de orina

Las fracturas de la cintura pélvica, especialmente las que cursan con separación de la sínfisis del pubis y los ligamentos puboprostáticos, provocan a menudo la *rotura de la porción intermedia de la uretra.* La rotura de esta porción de la uretra provoca una extravasación (fuga) de orina y sangre en el espacio perineal profundo (fig. C3-30A). El líquido puede dirigirse superiormente, a través del hiato urogenital, y distribuirse extraperitonealmente alrededor de la próstata y la vejiga urinaria.

El lugar habitual de *rotura de la porción esponjosa de la uretra y de extravasación de orina* es el bulbo del pene (fig. C3-30B). Esta lesión suele producirse por un golpe intenso en el periné (*lesión en horcajadas*), como al caer sobre una viga metálica o, menos frecuentemente, por la introducción incorrecta de sondas o dispositivos transuretrales cuando no se consigue superar el ángulo que forma la uretra en el bulbo del pene. La rotura del cuerpo esponjoso y la uretra esponjosa provoca el paso de orina (extravasación) hacia el espacio perineal superficial. Las inserciones de la fascia perineal determinan la dirección del flujo de la orina extravasada. La orina puede pasar hacia el interior del tejido conectivo laxo en


Peritoneo
Vejiga urinaria
Próstata
Extravasación de sangre
Sínfisis del pubis
Porción intermedia de la uretra rota y separada
Esfínter externo de la uretra
(A)
Membrana perineal
Capa membranosa del tejido subcutáneo del abdomen (fascia de Scarpa)
Extravasación de sangre
Fascia profunda del pene (de Buck)
Tabique del pene
Túnica dartos
Perforación de la porción esponjosa de la uretra
(B)
Extravasación de sangre
Capa adiposa de la fascia del tejido subcutáneo del periné
Fascia profunda del pene (de Buck)
Capa membranosa de la fascia perineal (fascia de Colles)

Vistas sagitales medias (desde la izquierda)

FIGURA C3-30.

el escroto, alrededor del pene y, superiormente, en profundidad a la capa membranosa del tejido conectivo subcutáneo de la pared inferior anterior del abdomen.

La orina no puede pasar hacia los muslos, porque la capa membranosa del tejido subcutáneo del periné se fusiona con la fascia lata (fascia profunda) que envuelve los músculos del muslo, justo distal al ligamento inguinal. Además, la orina no puede dirigirse posteriormente hacia el interior del triángulo anal, ya que las capas superficial y profunda de la fascia perineal se continúan una con otra alrededor de los músculos superficiales del periné y con el borde posterior de la membrana perineal entre ellas. La rotura de un vaso sanguíneo en el espacio perineal superficial debido a un traumatismo provocaría un confinamiento parecido de la sangre en el espacio perineal superficial.

Emaciación y prolapso rectal

Los cuerpos adiposos de las fosas isquioanales son unas de las últimas reservas de tejido adiposo que desaparecen en la emaciación. Cuando falta el soporte que proporciona la grasa isquioanal, es relativamente frecuente que se produzca un prolapso anal.

La línea pectínea, un punto de referencia clínicamente importante

La *línea pectínea* (que algunos clínicos denominan línea dentada o mucocutánea) constituye un punto de referencia especialmente relevante, ya que es visible y marca aproximadamente el nivel donde tienen lugar cambios anatómicamente importantes relacionados con la transición de visceral a parietal (fig. 3-59), que afectan a aspectos como los tipos de tumores que se producen y la dirección en que metastatizan.

Fisuras anales y abscesos perianales

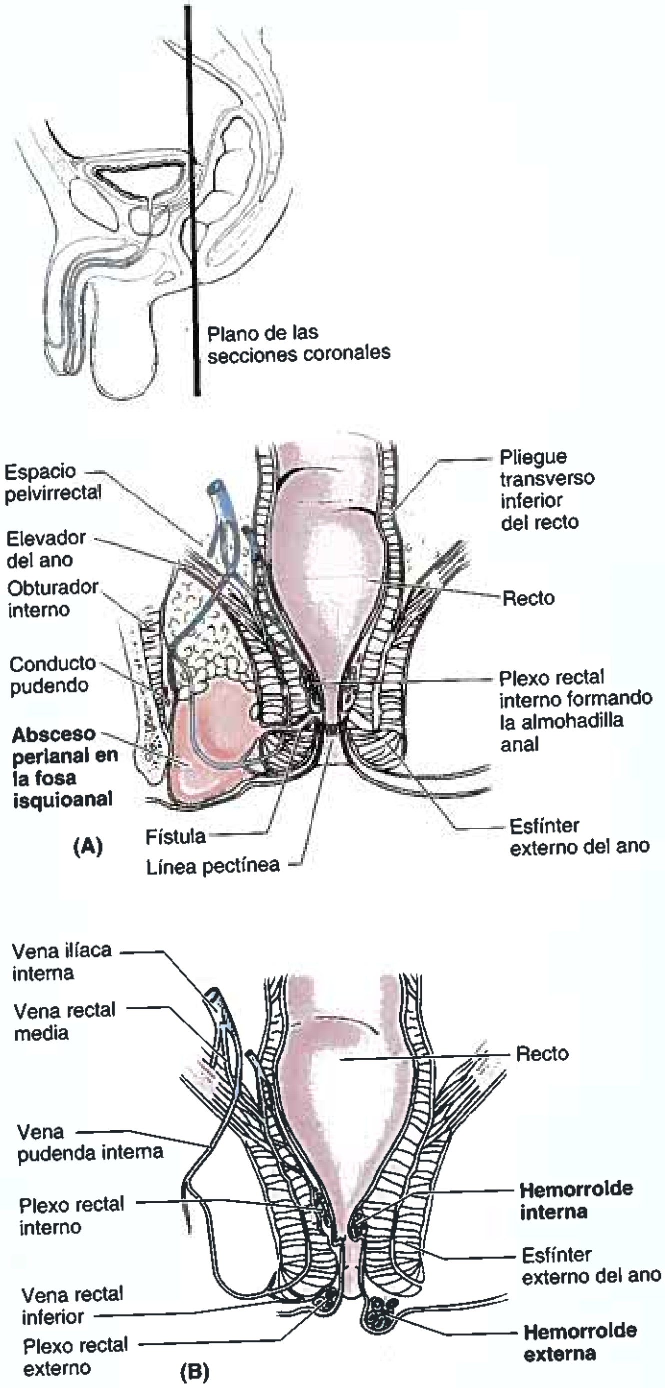
Las fosas isquioanales son, en ocasiones, focos de infección, y en ellas pueden formarse **abscesos isquioanales** (fig. C3-31A). Estos acúmulos de pus son bastante dolorosos. Las infecciones pueden llegar a las fosas isquioanales de varias maneras:

- Tras una *criptitis* (inflamación de los senos anales).
- Por extensión desde un absceso pelvirrectal.
- Tras un desgarro en la mucosa anal.
- Desde una herida penetrante en la región anal.

Los signos diagnósticos de un absceso isquioanal son tumefacción y dolor entre el ano y la tuberosidad isquiática. Un absceso perineal puede romperse espontáneamente y abrirse al conducto anal, el recto o la piel perianal. Como las fosas isquioanales se comunican posteriormente a través del *espacio postanal profundo*, un absceso en una fosa puede diseminarse hacia la otra y formar un absceso semilunar «en herradura» alrededor de la cara posterior del conducto anal.

En las personas que sufren estreñimiento crónico, la mucosa y las válvulas anales puede desgarrarse por las heces duras. La **fisura anal** (lesión longitudinal estrecha) suele localizarse en la línea media posterior, inferior a las válvulas anales. Es dolorosa, ya que esta región está inervada por fibras sensitivas de los nervios rectales inferiores. La infección de una fisura anal puede provocar la aparición de un **absceso perianal,** y la infección puede extenderse a las fosas isquioanales y formar abscesos isquioanales o diseminarse por la pelvis y formar un **absceso pelvirrectal.**

La diseminación de una infección anal y una criptitis (inflamación de un seno anal) pueden provocar la aparición de una *fístula anal*. Un extremo de este conducto anómalo (fístula) se abre en el conducto anal, mientras que el otro extremo se abre en un absceso en la fosa isquioanal o en la piel perianal.


Plano de las secciones coronales
Espacio pelvirrectal
Elevador del ano
Obturador interno
Conducto pudendo
Absceso perianal en la fosa isquioanal
(A)
Fístula
Línea pectínea
Pliegue transverso inferior del recto
Recto
Plexo rectal interno formando la almohadilla anal
Esfínter externo del ano
Vena ilíaca interna
Vena rectal media
Vena pudenda interna
Plexo rectal interno
Vena rectal inferior
Plexo rectal externo
(B)
Recto
Hemorroide interna
Esfínter externo del ano
Hemorroide externa

Vistas anteriores de secciones coronales

FIGURA C3-31.

Hemorroides

Las **hemorroides internas** son prolapsos de la mucosa rectal (más concretamente, de las «almohadillas anales») que contienen las venas normalmente dilatadas del *plexo venoso rectal interno* (fig. C3-31B). Se cree que las hemorroides internas se deben a la rotura de la muscular mucosa, una capa de músculo liso profunda a la mucosa. Las hemorroides internas que prolapsan a través del conducto anal están, a menudo, comprimidas por los esfínteres contraídos, lo que impide el flujo sanguíneo. Como resultado, tienden a estrangularse y ulcerarse. Debido a la presencia de abundantes anastomosis arteriovenosas, el sangrado de las hemorroides internas suele ser de un color rojo brillante característico. La práctica actual es tratar sólo las hemorroides internas prolapsadas y ulceradas. **Las hemorroides externas** son trombosis (coágulos sanguíneos) en las venas del *plexo venoso rectal externo*, y están recubiertas por piel. Los factores predisponentes de las hemorroides incluyen el embarazo, el estreñimiento crónico y cualquier trastorno que impida el retorno venoso, incluido el aumento de la presión intraabdominal.

Las anastomosis entre las venas rectales superior, medias e inferiores forman comunicaciones, clínicamente importantes, entre el sistema de la vena porta hepática y el sistema venoso sistémico (v. fig. 2-75A). La vena rectal superior drena en la vena mesentérica inferior, mientras que las venas rectales medias e inferiores drenan a través de la circulación general en la vena cava inferior. Cualquier aumento anómalo de la presión en el sistema de la vena porta hepática (sin válvulas) o en las venas del tronco puede causar un aumento de tamaño de las venas rectales superiores, que produce un aumento del flujo sanguíneo o estasis en el plexo venoso rectal interno. En la *hipertensión portal* que se asocia a la *cirrosis hepática*, la anastomosis portocava entre las venas rectales superior, medias e inferiores, junto con anastomosis portocavas en otros puntos, pueden causar varices. Es importante señalar que las venas de los plexos rectales tienen *normalmente* un aspecto varicoso (dilatadas y tortuosas), incluso en los recién nacidos, y que las hemorroides internas se producen con mayor frecuencia sin que exista hipertensión portal.

Por lo que se refiere al dolor provocado por las hemorroides y al tratamiento de éstas, es importante señalar que el conducto anal superior a la línea pectínea es visceral; por tanto, está inervado por fibras aferentes viscerales para sensaciones dolorosas, de modo que una incisión o la inserción de una aguja en esa región no produce dolor. Las hemorroides internas no son dolorosas y pueden tratarse sin anestesia. Sin embargo, la parte del conducto anal inferior a la línea pectínea es somática, ya que está inervada por los nervios anales (rectales) inferiores, que contienen fibras sensitivas somáticas. Por ello, es sensible a los estímulos dolorosos (p. ej., al pinchazo de una aguja hipodérmica). Las hemorroides externas pueden ser dolorosas y generalmente se resuelven en unos pocos días.

Incontinencia anorrectal

El estiramiento del(de los) nervio(s) pudendo(s) durante un parto traumático puede provocar la *lesión de los nervios pudendos* e incontinencia anorrectal.

Puntos fundamentales

PERINÉ Y REGIÓN PERINEAL

El periné es el compartimiento romboidal limitado periféricamente por la abertura inferior osteofibrosa de la pelvis, y profundamente (superiormente) por el diafragma pélvico. ♦ El área superficial que cubre este compartimiento es la región perineal. ♦ El triángulo urogenital, anteriormente, y el triángulo anal, posteriormente, que en conjunto forman esta región romboidal, presentan un ángulo entre sí. ♦ La intersección de los planos de estos triángulos define la línea transversal (que se extiende entre las tuberosidades isquiáticas) que constituye la base de cada triángulo. ♦ Centralmente, el triángulo urogenital está perforado por la uretra, y en las mujeres por la vagina. ♦ El triángulo anal está perforado por el conducto anal. ♦ El cuerpo perineal es una masa musculofibrosa situada entre las estructuras perforadas urogenitales y anales, en el punto central del periné.

Triángulo urogenital. El tejido subcutáneo del triángulo urogenital incluye una lámina superficial adiposa y una lámina membranosa más profunda, la fascia perineal (fascia de Colles), que se continúan con las láminas correspondientes de la pared abdominal anterior inferior. ♦ En la mujer, la capa adiposa es gruesa dentro del monte del pubis y los labios mayores, pero en el hombre es sustituida por el músculo liso dartos en el pene y el escroto. ♦ La fascia perineal está limitada al triángulo urogenital, y se fusiona con la fascia profunda en el borde posterior (base) del triángulo. ♦ En el sexo masculino, esta capa se extiende dentro del pene y el escroto, donde se asocia estrechamente con la piel laxa y móvil de estas estructuras. ♦ El plano de la membrana perineal divide el triángulo urogenital del periné en espacios perineales superficial y profundo. ♦ El espacio perineal superficial se encuentra entre la capa membranosa de tejido subcutáneo del periné y la membrana perineal, y está limitado lateralmente por las ramas isquiopubianas. ♦ El espacio perineal profundo se encuentra entre la membrana perineal y la fascia inferior del diafragma de la pelvis, y está limitado lateralmente por la fascia obturatriz. ♦ El espacio perineal superficial contiene los cuerpos eréctiles de los genitales externos y los músculos asociados, el músculo transverso superficial del periné y los nervios y vasos perineales profundos, y en las mujeres las glándulas vestibulares mayores. ♦ El espacio profundo incluye los recesos anteriores llenos de grasa de las fosas isquioanales (lateralmente), el músculo perineal profundo y la porción más inferior del esfínter externo de la uretra, la porción de la uretra que atraviesa la membrana perineal y la parte más inferior del esfínter externo de la uretra (la porción intermedia de la uretra del varón), los nervios dorsales del pene/clítoris y, en el varón, las glándulas bulbouretrales.

Triángulo anal. Las fosas isquioanales son unos espacios en forma de cuña, revestidos por fascia, ocupados por los cuerpos adiposos isquioanales. ♦ Los cuerpos adiposos proporcionan un relleno de soporte que puede comprimirse o desplazarse a los lados para permitir el descenso y la expansión temporales del conducto anal o la vagina para el paso de las heces o del feto. ♦ Los cuerpos adiposos son atravesados por el paquete vasculonervioso rectal anal/inferior. ♦ El conducto pudendo es una vía de paso importante en la pared lateral de la fosa, entre las láminas de la fascia obturatriz, para el paso de las estructuras vasculonerviosas hacia y desde el triángulo urogenital.

Conducto anal. El conducto anal es la porción terminal del intestino grueso y del tubo digestivo; el ano es su abertura exterior. ♦ Su cierre (y por tanto la continencia fecal) se mantiene gracias a la acción coordinada de los esfínteres anales interno (involuntario) y externo (voluntario). ♦ El tono del esfínter interno, estimulado simpáticamente, mantiene el cierre, excepto durante el llenado de la ampolla rectal y cuando es inhibido durante la contracción peristáltica del recto, estimulada parasimpáticamente. ♦ En esos momentos, el cierre se mantiene (a menos que se permita la defecación) por la contracción voluntaria del puborrectal y del esfínter externo del ano. ♦ Internamente, la línea pectínea delimita la transición entre el aporte y el drenaje vasculonervioso visceral y somático. ♦ El conducto anal está rodeado por plexos venosos superficiales y profundos, cuyas venas normalmente tienen un aspecto varicoso. ♦ La trombosis del plexo superficial y el prolapso de la mucosa, incluidas porciones del plexo profundo, constituyen las hemorroides externas (dolorosas) e internas (indoloras), respectivamente.

Triángulo urogenital masculino

El **triángulo urogenital masculino** comprende los genitales externos y los músculos perineales. Los **genitales externos masculinos** incluyen la porción distal de la uretra, el escroto y el pene.

PORCIÓN DISTAL DE LA URETRA MASCULINA

La uretra masculina se divide en cuatro partes: intramural (preprostática), prostática, intermedia y esponjosa. Las porciones intramural y prostática se han descrito con la pelvis (en secciones previas de este capítulo). En la tabla 3-6 se presentan y comparan detalles de las cuatro porciones de la uretra masculina.

La **porción intermedia (membranosa) de la uretra** se inicia en el vértice de la próstata y atraviesa el espacio perineal profundo, rodeada por el esfínter externo de la uretra. A continuación atraviesa la membrana perineal y termina cuando la uretra entra en el bulbo del pene (fig. 3-60). Posterolaterales a esta porción de la uretra se encuentran las pequeñas *glándulas bulbouretrales* y sus delgados conductos, que se abren en la porción proximal de la porción esponjosa de la uretra.

La **porción esponjosa de la uretra** empieza en el extremo distal de la porción intermedia de la uretra y termina en el *orificio externo de la uretra,* que es ligeramente más estrecha que las demás porciones uretrales. La luz de la porción esponjosa de la uretra tiene unos 5 mm de diámetro; no obstante, se expande en el bulbo del pene, para formar la **fosa intrabulbar,** y en el glande, para formar la **fosa navicular.** A cada lado, los delgados *conductos de las glándulas bulbouretrales* se abren en la parte proximal de la porción esponjosa de la uretra; los orificios de estos conductos son extremadamente pequeños. En la porción esponjosa de la uretra también hay muchas aberturas diminutas de los conductos de las **glándulas uretrales** (glándulas de Littré) secretoras de moco.

Vascularización arterial de la uretra distal masculina. El aporte arterial de las porciones intermedia y esponjosa de la uretra procede de ramas de la *arteria dorsal del pene* (figs. 3-52C y 3-58; tabla 3-8).

Drenaje venoso linfático de la uretra distal masculina. Las venas acompañan a las arterias y reciben nombres similares. Los vasos linfáticos de la porción intermedia de la uretra drenan, fundamentalmente, en los *nódulos linfáticos ilíacos internos* (tabla 3-7; v. figura 3-65), mientras que la mayor parte de los vasos de la porción esponjosa de la uretra se dirigen hacia los *nódulos linfáticos inguinales profundos,* aunque parte de la linfa se dirige a los nódulos ilíacos externos.

Inervación de la uretra distal masculina. La inervación de la porción intermedia de la uretra es la misma que la de la porción prostática: inervación autónoma (eferente) a través del *plexo nervioso prostático,* procedente del *plexo hipogástrico inferior.* La *inervación simpática* procede de los segmentos lumbares de la médula espinal, a través de los nervios esplácnicos lumbares, y la *inervación parasimpática* procede de los niveles sacros a través de los *nervios esplácnicos pélvicos.* Las fibras aferentes viscerales siguen retrógradamente a las fibras parasimpáticas hasta los ganglios sensitivos de nervios espinales sacros. El nervio dorsal del pene, un ramo del *nervio pudendo,* proporciona la inervación somática de la porción esponjosa de la uretra (v. fig. 3-57).

ESCROTO

El **escroto** es un saco fibromuscular cutáneo para los testículos y las estructuras asociadas. Se sitúa posteroinferior al pene e inferior a la sínfisis del pubis. La formación embrionaria bilateral del escroto está indicada por el **rafe escrotal** (fig. 3-61A), en la línea media, que se continúa sobre la cara ventral del pene con el **rafe del pene,** y posteriormente, a lo largo de la línea media del periné, con el **rafe perineal.** Internamente, profundo al rafe escrotal, el escroto se divide en dos compartimientos, uno para cada testículo, mediante una prolongación de la túnica dartos, el **tabique escrotal.** Los testículos y los epidídimos, así como sus cubiertas, se describen con el abdomen (v. cap. 2).

Vascularización arterial del escroto. La cara anterior del escroto está irrigada por las **arterias escrotales anteriores,** ramas terminales de las **arterias pudendas externas** (procedentes de la arteria femoral), mientras que la cara posterior está irrigada por las **arterias escrotales posteriores,** ramas terminales de las ramas perineales superficiales de las *arterias pudendas internas* (fig. 3-58A; tabla 3-8). El escroto también recibe ramas de las arterias cremastéricas (ramas de las arterias epigástricas inferiores).

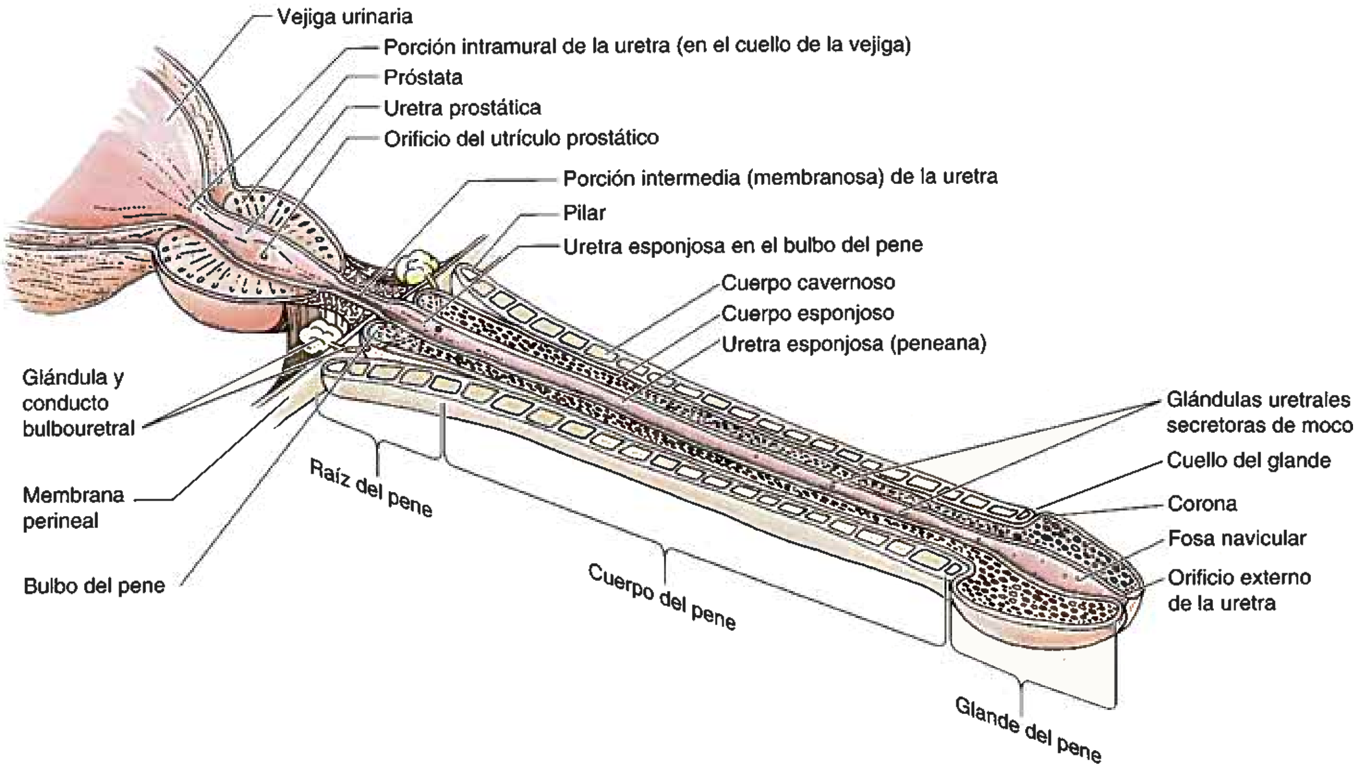

Vejiga urinaria
Porción intramural de la uretra (en el cuello de la vejiga)
Próstata
Uretra prostática
Orificio del utrículo prostático
Porción intermedia (membranosa) de la uretra
Pilar
Uretra esponjosa en el bulbo del pene
Cuerpo cavernoso
Cuerpo esponjoso
Uretra esponjosa (peneana)
Glándula y conducto bulbouretral
Membrana perineal
Bulbo del pene
Raíz del pene
Cuerpo del pene
Glande del pene
Glándulas uretrales secretoras de moco
Cuello del glande
Corona
Fosa navicular
Orificio externo de la uretra

FIGURA 3-60. Uretra masculina y estructuras asociadas. La uretra tiene cuatro partes: la porción intramuscular (preprostática) en el cuello de la vejiga, la uretra prostática, la porción intermedia (uretra membranosa) y la uretra esponjosa (cavernosa). Los conductos de las glándulas bulbouretrales se abren en la porción proximal de la uretra esponjosa. La uretra no tiene un calibre uniforme. El orificio externo de la uretra y la porción intermedia son más estrechas. Si se procura adoptar esta posición «en línea recta» lo máximo posible, se facilita la introducción de sondas u otros dispositivos transuretrales.

Drenaje venoso y linfático del escroto. Las *venas escrotales* acompañan a las arterias, con las cuales comparte nombre, pero drenan fundamentalmente en las *venas pudendas externas*. Los vasos linfáticos escrotales transportan la linfa hasta los *nódulos linfáticos inguinales superficiales* (tabla 3-6).

Inervación del escroto. La *cara anterior del escroto* está inervada por derivados del *plexo lumbar:* los **nervios escrotales anteriores,** derivados del *nervio ilioinguinal*, y el *ramo genital del nervio genitofemoral* (tabla 3-10). La *cara posterior del escroto* está inervada por derivados del plexo sacro: los **nervios escrotales posteriores,** ramos de los *ramos perineales superficiales* del *nervio pudendo*, y el *ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior* (figs. 3-57, 3-62A y 3-64). Las fibras simpáticas que transportan estos nervios colaboran en la termorregulación de los testículos, estimulando la contracción del músculo liso dartos en respuesta al frío o estimulando las glándulas sudoríparas del escroto e inhibiendo a la vez la contracción del músculo dartos en respuesta al calor excesivo.

PENE

El **pene** es el órgano copulador masculino y, al alojar la uretra, proporciona una salida común para la orina y el semen (figs. 3-60 a 3-62). El pene consta de *raíz, cuerpo* y *glande*. Está compuesto por tres cuerpos cilíndricos de tejido cavernoso eréctil: dos **cuerpos cavernosos** dorsales y un **cuerpo esponjoso,** en posición ventral. En la posición anatómica, el pene está erecto; cuando el pene está fláccido, su dorso se dirige anteriormente. Cada *cuerpo cavernoso* tiene una cubierta fibrosa externa o cápsula, la **túnica albugínea** (fig. 3-61C). Superficial a la cubierta externa está la **fascia profunda del pene** (fascia de Buck), la continuación de la fascia del periné que forma una cubierta membranosa fuerte para los cuerpos cavernosos y esponjoso, uniéndolos (fig. 3-61C y D). El cuerpo esponjoso contiene la *porción esponjosa de la uretra*. Los cuerpos cavernosos se fusionan entre sí en el plano medio, excepto posteriormente, donde se separan para formar los **pilares del pene** (figs. 3-60 y 3-62B). Internamente, el tejido cavernoso de los cuerpos está separado (en general de forma incompleta) por el **tabique del pene** (fig. 3-61C).

La **raíz del pene,** la parte fija, está formada por los pilares, el bulbo y los músculos isquiocavernoso y bulboesponjoso (figuras 3-60 y 3-62A y B). La raíz se localiza en el espacio perineal superficial, entre la membrana perineal superiormente y la fascia del periné inferiormente (v. fig. 3-53B y D). Los **pilares** y el **bulbo del pene** contienen masas de tejido eréctil. Cada pilar se fija a la parte inferior de la cara interna de la correspondiente rama isquiática (v. fig. 3-52D), anterior a la tuberosidad isquiática. La porción posterior agrandada del bulbo del pene está atravesada por la uretra, que es la continuación de su porción intermedia (figs. 3-60 y 3-62B).

El **cuerpo del pene** es la parte libre colgante que está suspendida de la sínfisis del pubis. Salvo por algunas fibras del bulboesponjoso, cerca de la raíz del pene, y del isquiocavernoso, que abrazan los pilares, el pene carece de músculos (fig. 3-62).

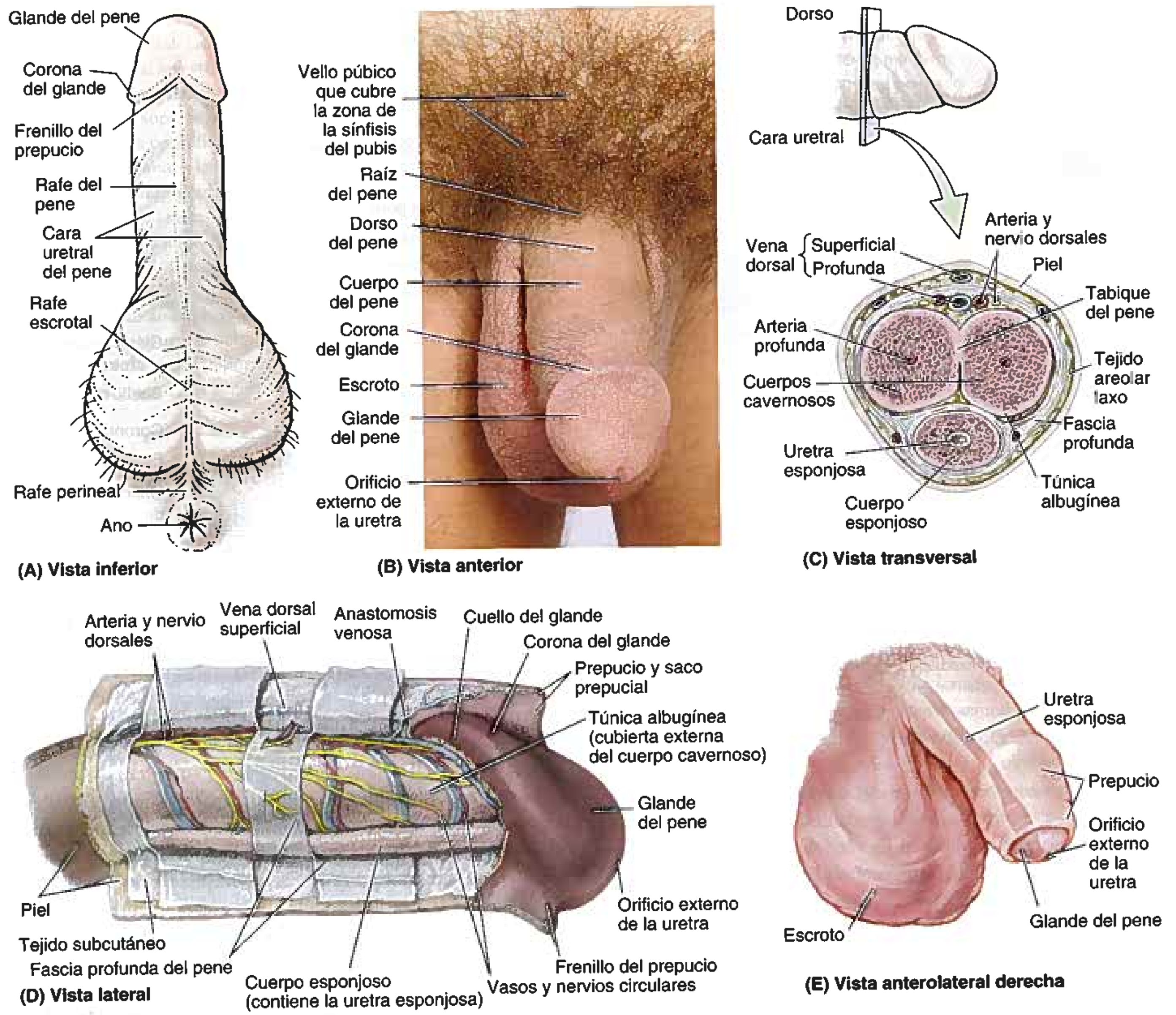
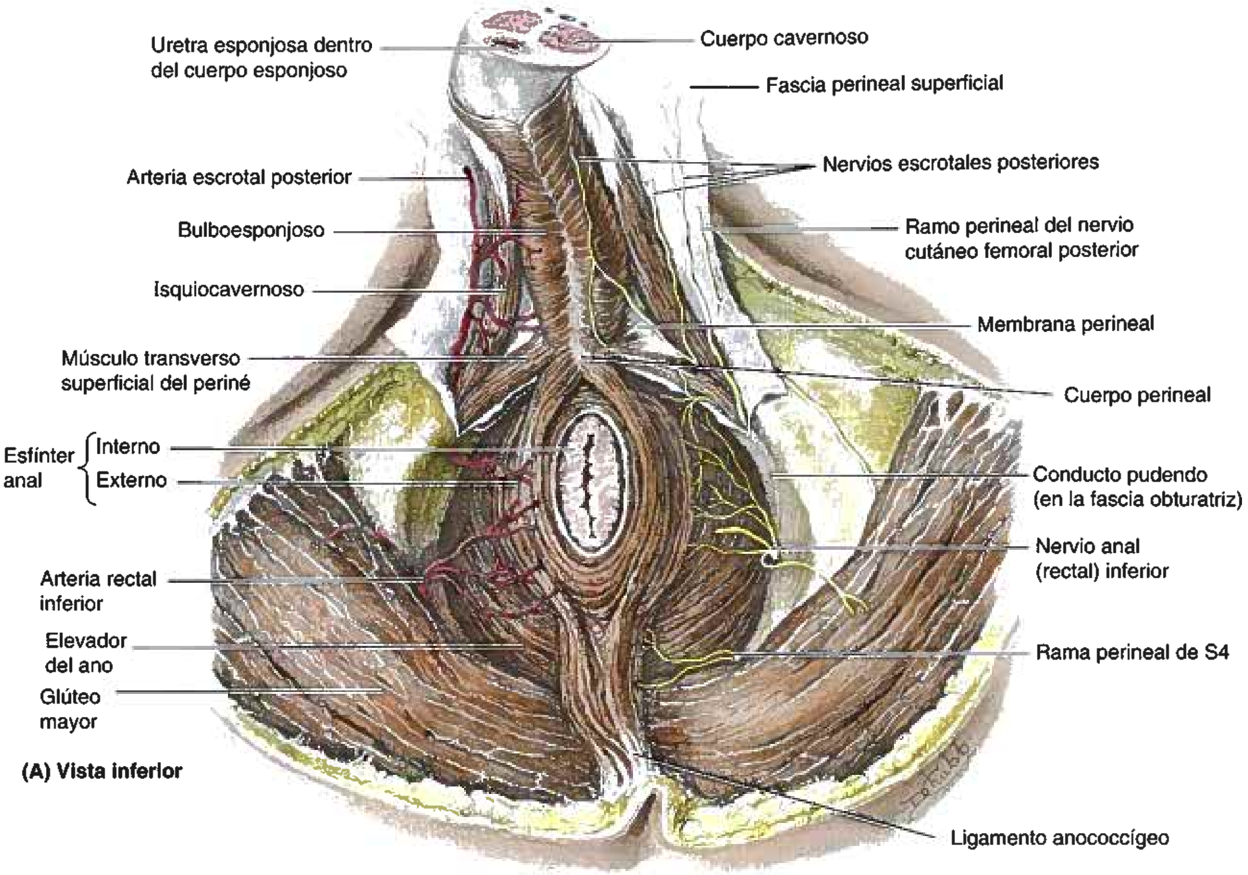

Glande del pene
Corona del glande
Frenillo del prepucio
Rafe del pene
Cara uretral del pene
Rafe escrotal
Rafe perineal
Ano
(A) Vista inferior
Vello púbico que cubre la zona de la sínfisis del pubis
Raíz del pene
Dorso del pene
Cuerpo del pene
Corona del glande
Escroto
Glande del pene
Orificio externo de la uretra
(B) Vista anterior
Dorso
Cara uretral
Vena dorsal
Superficial
Profunda
Arteria y nervio dorsales
Piel
Tabique del pene
Arteria profunda
Tejido areolar laxo
Cuerpos cavernosos
Fascia profunda
Uretra esponjosa
Túnica albugínea
Cuerpo esponjoso
(C) Vista transversal
Arteria y nervio dorsales
Vena dorsal superficial
Anastomosis venosa
Cuello del glande
Corona del glande
Prepucio y saco prepucial
Túnica albugínea (cubierta externa del cuerpo cavernoso)
Glande del pene
Orificio externo de la uretra
Piel
Tejido subcutáneo
Fascia profunda del pene
Cuerpo esponjoso (contiene la uretra esponjosa)
Vasos y nervios circulares
Frenillo del prepucio
(D) Vista lateral
Uretra esponjosa
Prepucio
Orificio externo de la uretra
Escroto
Glande del pene
(E) Vista anterolateral derecha

FIGURA 3-61. Pene y escroto. A. Cara uretral de un pene circuncidado. La uretra esponjosa es profunda respecto al rafe cutáneo del pene. El escroto está dividido en dos mitades, izquierda y derecha, por el rafe cutáneo escrotal, que se continúa con los rafes del pene y del periné. **B.** Dorso de un pene circuncidado y cara anterior del escroto. El pene consta de raíz, cuerpo y glande. **C.** El pene posee tres masas eréctiles: dos cuerpos cavernosos y un cuerpo esponjoso (que contiene la uretra esponjosa). **D.** La piel del pene se extiende distalmente formando el prepucio, que cubre el cuello y la corona del glande. **E.** Pene no circuncidado.

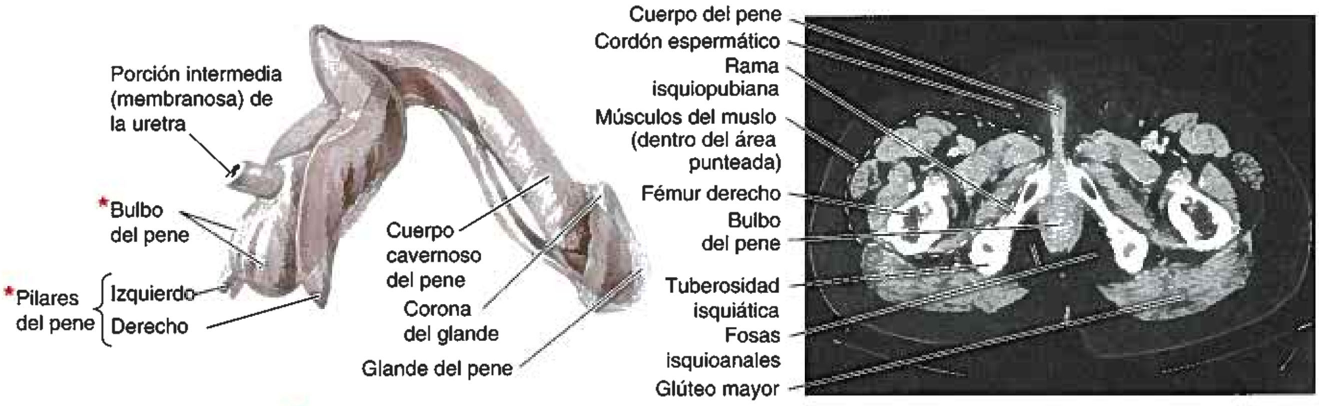
El pene está constituido por piel delgada, tejido conectivo, vasos sanguíneos y linfáticos, fascia, los cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso que contiene la uretra esponjosa (fig. 3-61C). Distalmente, el cuerpo esponjoso del pene se expande para formar el **glande del pene** o cabeza, de forma cónica (figs. 3-61A, B y D, y 3-62B). El borde del glande se proyecta más allá del final de los cuerpos cavernosos para formar la **corona del glande.** La corona sobresale por encima del **cuello del glande,** un estrechamiento oblicuo. El cuello del glande separa el glande del cuerpo del pene. La abertura, semejante a una hendidura, de la porción esponjosa de la uretra, el *orificio externo de la uretra,* se localiza cerca de la punta del glande.

La piel del pene es delgada, con una pigmentación más oscura que la piel circundante, y se conecta a la túnica albugínea mediante tejido conectivo laxo. En el cuello del glande, la piel y la fascia del pene se prolongan como una doble capa cutánea, el **prepucio,** que cubre el glande de forma variable (fig. 3-61E). El **frenillo prepucial** es un pliegue medio que pasa desde la capa profunda del prepucio hasta la superficie uretral del glande (fig. 3-61A y D).

El **ligamento suspensorio del pene** es una condensación de la fascia profunda que se origina en la cara anterior de la sínfisis del pubis (fig. 3-63). El ligamento pasa inferiormente y se divide para formar un asa que se fija a la fascia profunda del pene, en la unión de su raíz y su cuerpo. Las fibras del ligamento suspensorio son


Uretra esponjosa dentro del cuerpo esponjoso
Cuerpo cavernoso
Fascia perineal superficial
Arteria escrotal posterior
Nervios escrotales posteriores
Bulboesponjoso
Ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior
Isquiocavernoso
Membrana perineal
Músculo transverso superficial del periné
Cuerpo perineal
Esfínter anal
Interno
Externo
Conducto pudendo (en la fascia obturatriz)
Nervio anal (rectal) inferior
Arteria rectal inferior
Elevador del ano
Rama perineal de S4
Glúteo mayor
Ligamento anococcígeo

(A) Vista inferior


Porción intermedia (membranosa) de la uretra
*Bulbo del pene
*Pilares del pene
Izquierdo
Derecho
Cuerpo cavernoso del pene
Corona del glande
Glande del pene
Cuerpo del pene
Cordón espermático
Rama isquiopubiana
Músculos del muslo (dentro del área punteada)
Fémur derecho
Bulbo del pene
Tuberosidad isquiática
Fosas isquioanales
Glúteo mayor

(B) Vista lateral *En conjunto forman la raíz del pene **(C) TC transversa, vista inferior**

FIGURA 3-62. Periné masculino y estructura del pene. A. El conducto anal está rodeado por el esfínter externo del ano, con una fosa isquioanal a cada lado. Las ramas del nervio anal (rectal) inferior del nervio pudendo en la entrada del conducto pudendo, con el ramo perineal de S4, inervan el esfínter externo del ano. **B.** Se ha separado el cuerpo esponjoso de los cuerpos cavernosos. Las flexuras naturales del pene se han conservado. El glande del pene se adapta como un capuchón sobre los extremos romos de los cuerpos cavernosos. **C.** TC a nivel del espacio perineal superficial de un varón. (Cortesía del Dr. Donald R. Cahill, Department of Anatomy, Mayo Medical School, Rochester, MN.)

cortas y tensas, y anclan los cuerpos eréctiles del pene a la sínfisis del pubis.

El **ligamento fundiforme del pene** es una masa irregular o condensación de colágeno y fibras elásticas del tejido subcutáneo que desciende, por la línea media, desde la línea alba anterior a la sínfisis del pubis (v. fig. 3-53F). Este ligamento se divide para rodear el pene; luego se une y fusiona con la túnica dartos para formar el tabique escrotal. Las fibras del ligamento fundiforme son relativamente largas y laxas, y se sitúan superficiales (anteriores) al ligamento suspensorio.

Vascularización arterial del pene. El pene está irrigado fundamentalmente por *ramas de las arterias pudendas internas* (v. figura 3-58A; tabla 3-8).

- Las **arterias dorsales del pene** discurren a cada lado de la vena dorsal profunda en el surco dorsal entre los cuerpos caver-

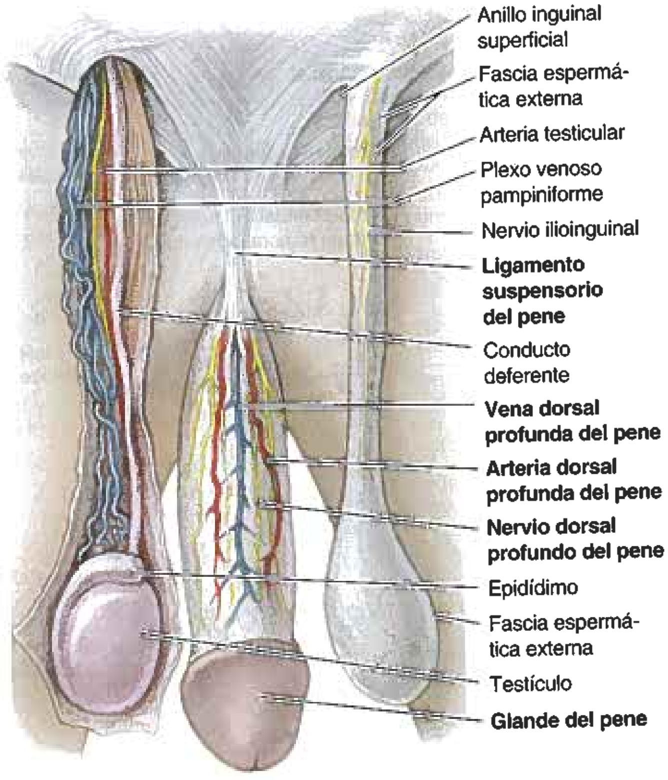

Anillo inguinal superficial
Fascia espermática externa
Arteria testicular
Plexo venoso pampiniforme
Nervio ilioinguinal
Ligamento suspensorio del pene
Conducto deferente
Vena dorsal profunda del pene
Arteria dorsal profunda del pene
Nervio dorsal profundo del pene
Epidídimo
Fascia espermática externa
Testículo
Glande del pene

FIGURA 3-63. Vasos y nervios del dorso del pene y contenido del cordón espermático. Se ha eliminado la piel del pene y del escroto. La fascia superficial (túnica dartos) que cubre el pene también se ha eliminado para exponer la vena dorsal profunda en la línea media, flanqueada por arterias y nervios dorsales bilaterales.

nosos (figs. 3-61C y D, y 3-63), e irrigan el tejido fibroso que rodea los cuerpos cavernosos, el cuerpo esponjoso y la uretra esponjosa, y la piel del pene.

- Las **arterias profundas del pene** atraviesan los pilares proximalmente y discurren distalmente junto al centro de los cuerpos cavernosos, e irrigan el tejido eréctil de estas estructuras (figs. 3-58A y 3-61C).
- Las **arterias del bulbo del pene** irrigan la porción posterior (bulbosa) del cuerpo esponjoso y la uretra esponjosa, así como la glándula bulbouretral (v. fig. 3-58A).

Además, las **ramas superficiales** y **profundas de las arterias pudendas externas** irrigan la piel del pene, y se anastomosan con ramas de las arterias pudendas internas.

Las *arterias profundas del pene* son los vasos principales que irrigan los espacios cavernosos del tejido eréctil de los cuerpos cavernosos y, por tanto, participan en la erección del pene. Proporcionan numerosas ramas **(arterias helicinas del pene)**, que se abren directamente en los espacios cavernosos. Cuando el pene está fláccido, estas arterias están enrolladas, lo que limita el flujo de sangre.

Drenaje venoso del pene. La sangre de los espacios cavernosos de los cuerpos es drenada por un plexo venoso, que se une a la **vena dorsal profunda del pene** en la fascia profunda (figs. 3-61C y 3-63). Esta vena discurre entre las láminas del ligamento suspensorio del pene, inferior al ligamento púbico inferior y anterior a la membrana perineal, para alcanzar la pelvis, donde drena en el plexo venoso prostático. La sangre de la piel y el tejido subcutáneo del pene drena en la(s) **vena(s) dorsal(es) superficial(es),** que termina(n) en la *vena pudenda externa superficial.* Parte de la sangre llega también a la vena pudenda interna.

Inervación del pene. Los nervios derivan de los segmentos y ganglios sensitivos de los nervios S2-4 de la médula espinal, pasando a través de los nervios esplácnicos pélvicos y pudendos, respectivamente (fig. 3-64). La inervación sensitiva y simpática corre a cargo, fundamentalmente, del *nervio dorsal del pene,* un ramo terminal del *nervio pudendo,* que se origina en el conducto pudendo y corre anteriormente hacia el interior del espacio perineal profundo. A continuación discurre por el dorso del pene, lateral a la arteria dorsal (figs. 3-61C y 3-63), e inerva la piel y el glande. El pene está profusamente inervado por diversas terminaciones nerviosas sensitivas, en especial el glande. Ramos del *nervio ilioinguinal* inervan la piel de la raíz del pene. Los *nervios cavernosos,* que contienen

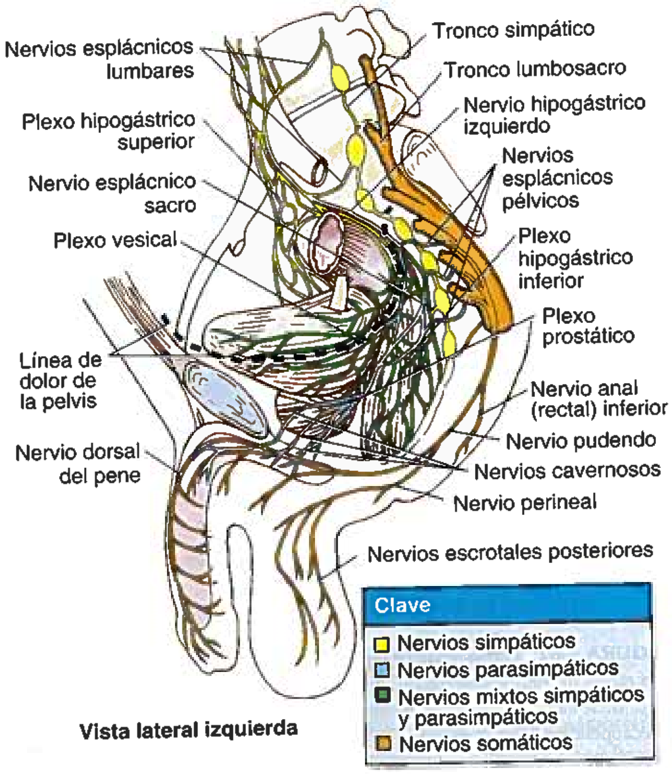

Nervios esplácnicos lumbares
Tronco simpático
Tronco lumbosacro
Plexo hipogástrico superior
Nervio hipogástrico izquierdo
Nervios esplácnicos pélvicos
Nervio esplácnico sacro
Plexo vesical
Plexo hipogástrico inferior
Plexo prostático
Línea de dolor de la pelvis
Nervio anal (rectal) inferior
Nervio pudendo
Nervio dorsal del pene
Nervios cavernosos
Nervio perineal
Nervios escrotales posteriores
Vista lateral izquierda
Clave
🟨 Nervios simpáticos
🟦 Nervios parasimpáticos
🟩 Nervios mixtos simpáticos y parasimpáticos
🟧 Nervios somáticos

FIGURA 3-64. Nervios del periné. El nervio pudendo transporta la mayoría de las fibras sensitivas, simpáticas y motoras somáticas del periné Aunque las fibras parasimpáticas de los nervios cavernosos se originan en los mismos segmentos espinales de donde procede el nervio pudendo, discurren independientemente de éste. A excepción de los nervios cavernosos, no hay fibras parasimpáticas fuera de la cabeza, el cuello y las cavidades del tronco. Los nervios cavernosos se originan en el plexo prostático en el hombre y en el plexo vesical en la mujer. Finalizan en las anastomosis arteriovenosas y las arterias helicinas de los cuerpos eréctiles que, cuando son estimuladas, producen la erección del pene o la ingurgitación del clítoris y del bulbo vestibular en la mujer.

fibras parasimpáticas independientemente del plexo nervioso prostático, inervan las arterias helicinas del tejido eréctil.

DRENAJE LINFÁTICO DEL PERINÉ MASCULINO

La linfa de la piel de todas las porciones del periné, incluida la piel lampiña inferior a la línea pectínea del anorrecto, pero excluyendo el glande del pene, drena en los *nódulos inguinales superficiales* (fig. 3-65).

Atestiguando su origen abdominal, la linfa procedente de los testículos sigue una vía, independiente del drenaje escrotal, a lo largo de las venas testiculares hasta la porción intermesentérica de los *nódulos linfáticos lumbares (de la cava/aórticos)* y *preaórticos*.

El drenaje linfático de las porciones intermedia y proximal de la uretra y de los cuerpos cavernosos drena en los *nódulos linfáticos ilíacos internos,* mientras que la mayoría de los vasos procedentes de la uretra esponjosa distal y el glande del pene drena en los *nódulos inguinales profundos,* aunque parte de la linfa drena en los nódulos inguinales externos.

MÚSCULOS DEL PERINÉ EN EL VARÓN

Los **músculos superficiales del periné,** situados en el espacio perineal superficial, son los transversos superficiales del periné, el bulboesponjoso y el isquiocavernoso (figs. 3-62A y 3-66). En la tabla 3-9 se ofrecen detalles de sus inserciones, inervación y acciones.

Los **músculos transversos superficiales del periné** y bulboesponjosos se unen al esfínter externo del ano cuando se insertan centralmente en el cuerpo perineal. Cruzan la abertura inferior de la pelvis como radios que se cruzan, sosteniendo el cuerpo perineal para colaborar con el diafragma perineal en el sostén de las vísceras pélvicas. La contracción simultánea de los músculos superficiales del periné (junto al músculo transverso profundo del periné) durante la erección del pene proporciona a este último una base más firme.

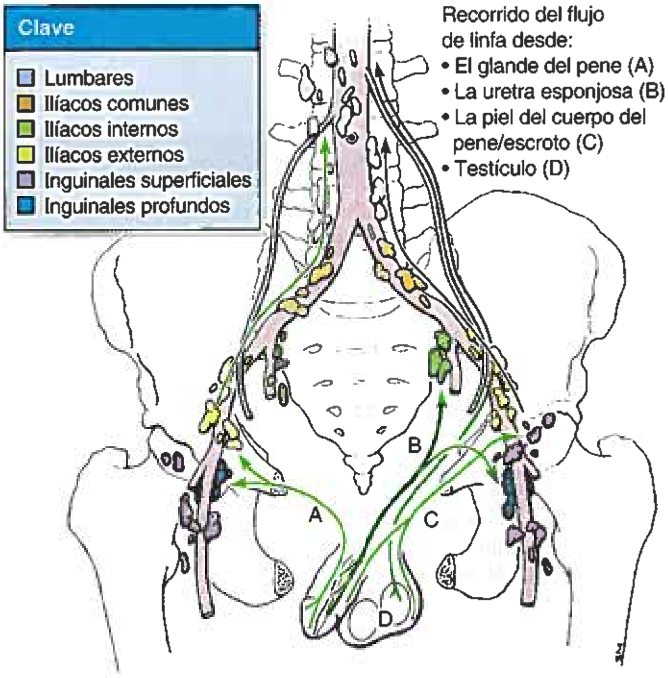


FIGURA 3-65. Drenaje linfático del triángulo urogenital masculino (pene, uretra esponjosa, escroto y testículo). Las *flechas* indican la dirección del flujo de linfa hacia los nódulos linfáticos.

Los **músculos bulboesponjosos** comprimen el bulbo del pene y el cuerpo esponjoso, con lo que ayudan a vaciar la uretra esponjosa de las gotas de orina o de semen finales. Las fibras anteriores del bulboesponjoso rodean la porción más proximal del cuerpo del pene, y también colaboran en la erección aumentando la presión sobre el tejido eréctil de la raíz del pene (fig. 3-62A). Al mismo tiempo, también comprimen la vena dorsal profunda del pene, dificultando el drenaje venoso de los espacios cavernosos y ayudando a facilitar el agrandamiento y la turgencia del pene.

Los **músculos isquiocavernosos** rodean los pilares de la raíz del pene. Propulsan la sangre desde los espacios cavernosos de los pilares hacia las porciones distales de los cuerpos cavernosos, lo que aumenta la turgencia (distensión firme) del pene durante la erección. La contracción de los músculos isquiocavernosos también comprime las tributarias de la vena dorsal profunda del pene que salen de los pilares del pene, con lo cual limitan el flujo de salida venoso desde el pene y colaboran al mantenimiento de la erección.

Debido a su función durante la erección y a la actividad del bulboesponjoso posterior a la micción y la eyaculación, para expulsar las últimas gotas de orina y semen, los músculos perineales están, generalmente, más desarrollados en el hombre que en la mujer.

ERECCIÓN, POLUCIÓN, EYACULACIÓN Y REMISIÓN

Cuando un varón es estimulado eróticamente, se cierran las anastomosis arteriovenosas por donde la sangre suele sortear los espacios potencialmente «vacíos» o senos de los cuerpos cavernosos. El músculo liso de las trabéculas fibrosas y las arterias helicinas se relaja (es inhibido) a causa de la estimulación parasimpática (S2-4 a través de los nervios cavernosos del **plexo nervioso prostático**). Debido a ello, las *arterias helicinas* se enderezan y aumenta su luz, lo cual permite que la sangre fluya al interior de los espacios cavernosos de los cuerpos del pene y los dilate.

Los músculos bulboesponjoso e isquiocavernoso comprimen las venas que salen de los cuerpos cavernosos e impiden así el retorno de la sangre venosa. En consecuencia, los cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso se llenan de sangre, haciendo que los cuerpos eréctiles se vuelvan turgentes (aumentados de tamaño y rígidos), y se produce una **erección.**

Durante la **polución,** el semen (espermatozoides y secreciones glandulares) es conducido hacia la uretra prostática, por los conductos eyaculadores, tras los movimientos peristálticos de los conductos deferentes y las vesículas seminales. Cuando se contrae el músculo liso de la próstata, se añade líquido prostático al líquido seminal. La polución es una respuesta simpática (nervios L1-2). Durante la **eyaculación,** el semen es expulsado de la uretra a través del orificio externo de la uretra.

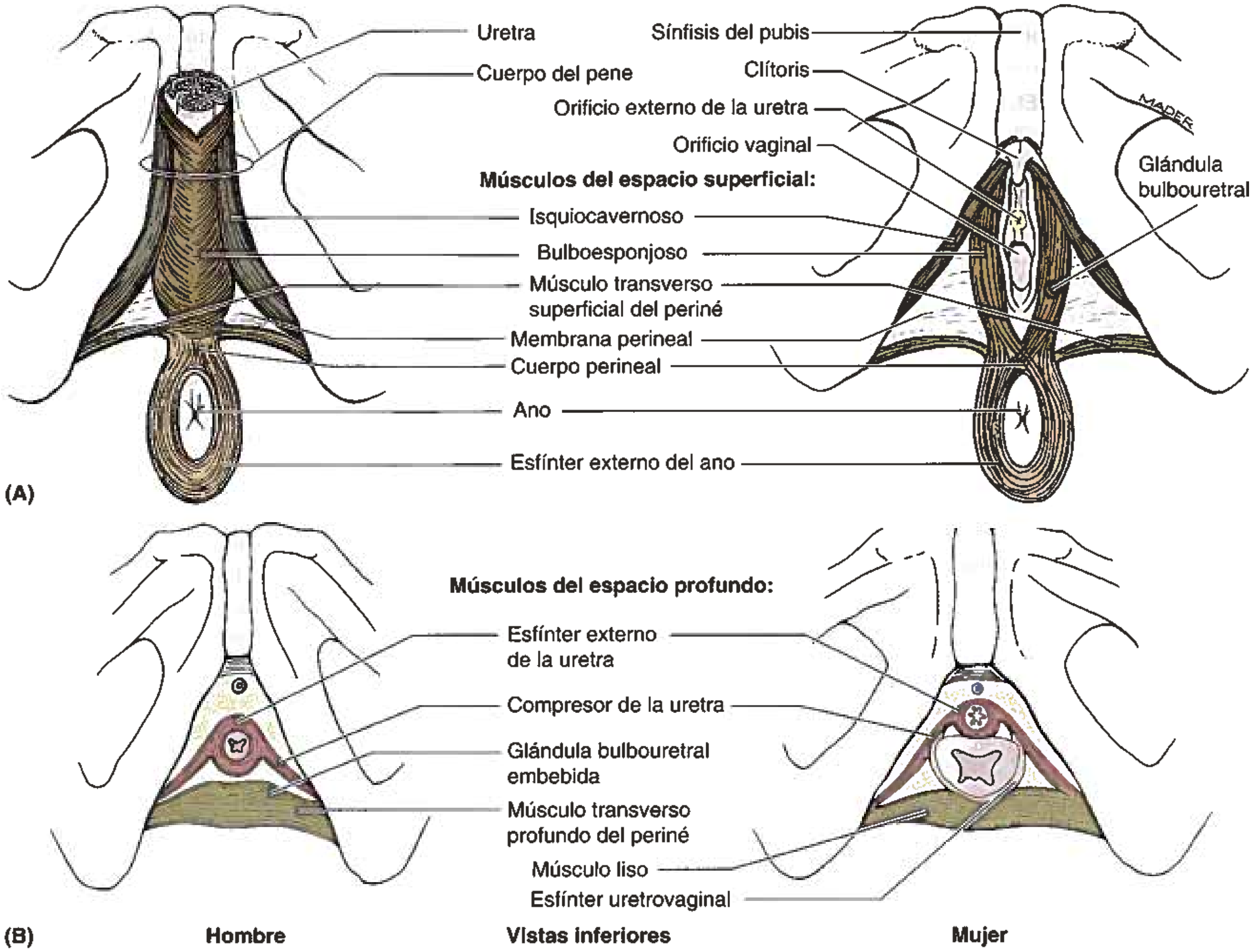

Uretra
Cuerpo del pene
Sínfisis del pubis
Clítoris
Orificio externo de la uretra
Orificio vaginal
Músculos del espacio superficial:
Isquiocavernoso
Bulboesponjoso
Músculo transverso superficial del periné
Membrana perineal
Cuerpo perineal
Ano
Esfínter externo del ano
Glándula bulbouretral
(A)
Músculos del espacio profundo:
Esfínter externo de la uretra
Compresor de la uretra
Glándula bulbouretral embebida
Músculo transverso profundo del periné
Músculo liso
Esfínter uretrovaginal
(B)
Hombre
Vistas inferiores
Mujer

FIGURA 3-66. Músculos del periné. A. Músculos del espacio perineal superficial. **B.** Músculos del espacio perineal profundo.

TABLA 3-9. MÚSCULOS DEL PERINÉ

Músculo	Origen	Recorrido y distribución	Inervación	Acción(es) principal(es)
Esfínter externo del ano	Piel y fascia que rodea al ano y al cóccix, a través del ligamento anococcígeo	Rodea las caras laterales del conducto anal y se inserta en el cuerpo perineal	Nervio anal inferior, ramo del nervio pudendo (S2-4)	Constriñe el conducto anal durante el peristaltismo, retiene la defecación; sostiene y fija el cuerpo perineal/suelo de la pelvis
Bulboesponjoso	*Hombre:* rafe medio en la cara ventral del bulbo del pene; cuerpo perineal	*Hombre:* rodea las caras laterales del bulbo del pene y la porción más proximal del cuerpo del pene, insertándose en la membrana perineal, la cara dorsal de los cuerpos esponjoso y cavernosos, y la fascia del bulbo del pene	Ramo muscular (profundo) del nervio perineal, ramo del nervio pudendo (S2-4)	*Hombre:* sostiene y fija el cuerpo perineal/suelo de la pelvis; comprime el bulbo del pene para expulsar las últimas gotas de orina/semen; ayuda a la erección, comprimiendo el flujo de salida a través de la vena profunda del periné e impulsando sangre desde el bulbo al cuerpo del pene
	Mujer: cuerpo perineal	*Mujer:* pasa a cada lado de la porción inferior de la vagina, englobando el bulbo y la glándula vestibular mayor; se inserta en el arco del pubis y la fascia de los cuerpos cavernosos del clítoris		*Mujer:* sostiene y fija el cuerpo perineal/suelo de la pelvis; «esfínter» de la vagina; ayuda a la erección del clítoris (y quizás del bulbo del vestíbulo); comprime la glándula vestibular mayor

TABLA 3-9. MÚSCULOS DEL PERINÉ *(Continuación)*

Músculo	Origen	Recorrido y distribución	Inervación	Acción(es) principal(es)
Isquiocavernoso	Cara interna de la rama isquiopubiana y tuberosidad isquiática	Abraza el pilar del pene o del clítoris; se inserta en las caras inferior y medial del pilar y en la membrana perineal, medial al pilar	Ramo muscular (profundo) del nervio perineal, ramo del nervio pudendo (S2-4)	Mantiene la erección del pene o el clítoris, al comprimir el flujo de salida venoso e impulsar sangre desde la raíz al cuerpo del pene o del clítoris
Transverso superficial del periné		Discurre a lo largo de la cara inferior del borde posterior de la membrana perineal hasta el cuerpo perineal		Sostienen y fijan el cuerpo perineal/suelo pélvico para sostener las vísceras abdominopélvicas y resistir el aumento de la presión intraabdominal
Transverso profundo del periné		Discurre a lo largo de la cara superior del borde posterior de la membrana perineal hasta el cuerpo perineal y el esfínter externo del ano		
Esfínter externo de la uretra	(Sólo la porción del compresor de la uretra)	Rodea la uretra superior a la membrana perineal *Hombre:* también asciende por la cara anterior de la próstata *Mujer:* algunas fibras rodean también la vagina (esfínter uretrovaginal)	Nervio dorsal del pene o del clítoris, ramo terminal del nervio pudendo (S2-4)	Comprime la uretra para mantener la continencia urinaria *Mujer:* la porción del esfínter uretrovaginal también comprime la vagina

La eyaculación se produce por:

- Cierre del esfínter interno de la uretra al nivel del cuello de la vejiga urinaria, *una respuesta simpática* (nervios L1-2).
- Contracción del músculo uretral, *una respuesta parasimpática* (nervios S2-4).
- Contracción de los músculos bulboesponjosos, por los nervios pudendos (S2-4).

Tras la eyaculación, el pene regresa gradualmente a un estado de flaccidez **(remisión)**, debido a la estimulación simpática que causa la constricción de la musculatura lisa de las arterias helicinas. Los músculos bulboesponjoso e isquiocavernoso se relajan, lo que permite que se drene más sangre de los espacios cavernosos hacia la vena dorsal profunda.

TRIÁNGULO UROGENITAL MASCULINO

Sondaje uretral

El *sondaje uretral* se realiza para extraer orina de una persona que es incapaz de miccionar. También se realiza para irrigar la vejiga urinaria y para obtener una muestra de orina no contaminada. Cuando se introducen *sondas uretrales* (instrumentos ligeramente cónicos para explorar y dilatar una uretra contraída), deben tenerse en cuenta las curvas de la uretra masculina. Justo distal a la membrana perineal, la uretra esponjosa está cubierta inferior y posteriormente por tejido eréctil del bulbo del pene; sin embargo, hay un corto segmento de la porción intermedia que no está protegido (fig. C3-32). Como en este punto la pared de la uretra es delgada, y puesto que es preciso superar el ángulo para entrar en la porción intermedia de la uretra esponjosa, ésta es vulnerable a la rotura durante la inserción de sondas uretrales. La porción intermedia, que es la menos distensible, discurre inferoanteriormente mientras pasa a través del esfínter externo de

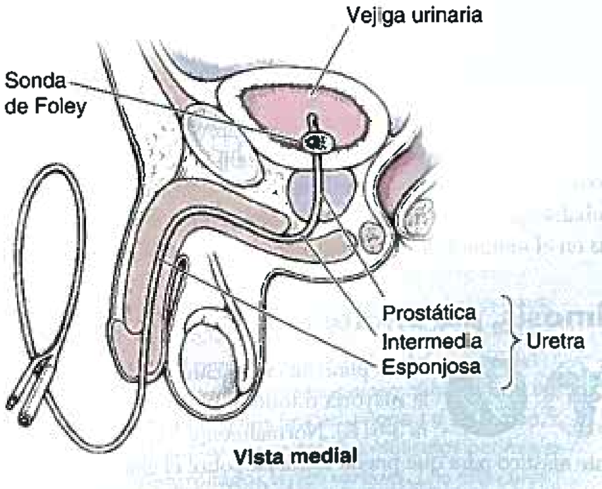


FIGURA C3-32.

la uretra. Proximalmente, la porción prostática forma una suave curva de concavidad anterior al atravesar la próstata.

Los traumatismos externos en el pene y las infecciones de la uretra pueden provocar una *estenosis uretral*. En estos casos, se utilizan sondas uretrales para dilatar la uretra constreñida. La uretra esponjosa se expande lo bastante para permitir el paso de un instrumento de unos 8 mm de diámetro. El orificio externo de la uretra es la parte más estrecha y menos distensible de la uretra; por tanto, si un instrumento pasa a través de la abertura, normalmente también pasará por las otras porciones de la uretra.

Distensión del escroto

El escroto se distiende fácilmente. En personas con hernias inguinales indirectas grandes, por ejemplo, el intestino puede introducirse en el escroto, haciendo que éste adquiera el tamaño de un balón de fútbol. De forma parecida, la inflamación del testículo **(orquitis),** asociada a las paperas, las hemorragias en el tejido subcutáneo o la obstrucción linfática crónica (como sucede en la *elefantiasis*, una enfermedad parasitaria), también puede provocar un aumento de tamaño del escroto.

Palpación de los testículos

La piel blanda y flexible del escroto hace que sea sencillo palpar los testículos y las estructuras relacionadas con ellos (p. ej., el epidídimo y el conducto deferente). Normalmente, el testículo izquierdo se sitúa en un nivel más bajo que el derecho.

Hipospadias

El **hipospadias** es una anomalía congénita frecuente del pene que se presenta en 1 de cada 300 recién nacidos. En su forma más simple y común, *el hipospadias del glande*, el orificio externo de la uretra se encuentra en la cara ventral del glande del pene. En otros recién nacidos, el defecto se encuentra en el cuerpo del pene (*hipospadias peneano*) (fig. C3-33A) o en el periné (*hipospadias penescrotal* o *escrotal*) (fig. C3-33B), de forma que el orificio externo de la uretra se sitúa en la cara uretral del pene. La base embriológica de los hipospadias peneanos y escrotales es la ausencia de fusión de los *pliegues urogenitales* en la cara ventral del pene que completa la formación de la uretra esponjosa.

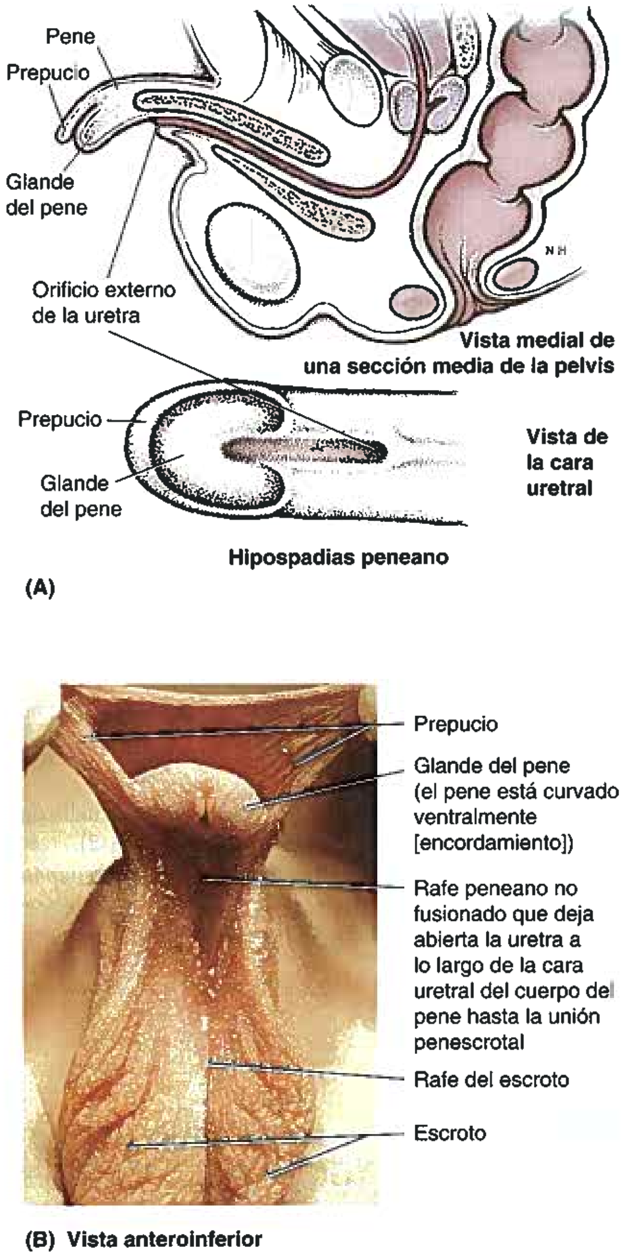
Generalmente se considera que el hipospadias se asocia a una producción inadecuada de andrógenos por los testículos fetales. Es probable que los distintos tipos de hipospadias se deban a diferencias en el momento y en el grado de la insuficiencia hormonal.

Fimosis, parafimosis y circuncisión

En el pene no circuncidado, el prepucio cubre la mayoría o todo el glande del pene (v. figura 3-61E). Normalmente, el prepucio es lo bastante elástico para que pueda retraerse sobre el glande. En algunos varones se ajusta estrechamente al glande y cuesta, o es imposible, retraerlo (*fimosis*). Como en el prepucio existen glándulas sebáceas modificadas, las secreciones grasas de consistencia caseiforme (*esmegma*) que producen se acumulan en el **saco prepucial**, situado entre el glande y el prepucio, y causan irritación.

En algunos varones, la retracción del prepucio sobre el glande comprime con tal fuerza el cuello del glande que interfiere con el drenaje de sangre y líquidos tisulares. En las personas que presentan este cuadro (*parafimosis*), el glande puede agrandarse tanto que es imposible cubrirlo con el prepucio. En estos casos, suele practicarse una circuncisión.

La **circuncisión**, o extirpación quirúrgica del prepucio, es la cirugía menor que se realiza con más frecuencia en los lactantes de sexo masculino. Tras la circuncisión, el glande del pene queda expuesto (v. fig. 3-61B). Aunque en el islamismo y el judaísmo constituye una práctica religiosa, en Norteamérica a menudo se lleva a cabo rutinariamente por motivos no religiosos (una prefe-


Pene
Prepucio
Glande del pene
Orificio externo de la uretra
N H
Vista medial de una sección media de la pelvis
Prepucio
Glande del pene
Vista de la cara uretral
Hipospadias peneano
(A)
Prepucio
Glande del pene (el pene está curvado ventralmente [encordamiento])
Rafe peneano no fusionado que deja abierta la uretra a lo largo de la cara uretral del cuerpo del pene hasta la unión penescrotal
Rafe del escroto
Escroto

(B) Vista anteroinferior

FIGURA C3-33.

rencia que suele atribuirse a tradición o a higiene). En los adultos, la circuncisión suele practicarse cuando existe fimosis o parafimosis.

Impotencia y disfunción eréctil

La incapacidad para conseguir una erección (impotencia) puede deberse a distintas causas. Cuando una lesión del plexo prostático o de los nervios cavernosos impide conseguir la erección (**impotencia**), se puede implantar quirúrgicamente una prótesis peneana inflable o semirrígida que asumirá la función de los cuerpos eréctiles y proporcionará la rigidez necesaria para introducir y mover el pene durante las relaciones sexuales.

Puede producirse una **disfunción eréctil** en ausencia de lesiones neurológicas por diversas causas. Los trastornos del sistema nervioso central (hipotalámicos) y endocrinos (hipofisarios o testiculares) pueden provocar una disminución de la secreción de testosterona (hormona masculina). Las fibras nerviosas pueden ser incapaces de estimular los tejidos eréctiles, o los vasos sanguíneos pueden responder de forma insuficiente a los estímulos autónomos. En muchos de estos casos, puede conseguirse una erección con la ayuda de fármacos, orales o inyectables, que aumentan el flujo de sangre hacia los sinusoides cavernosos provocando la relajación del músculo liso.

Puntos fundamentales

TRIÁNGULO UROGENITAL MASCULINO

Uretra distal masculina. La uretra intermedia es la porción más corta y estrecha de la uretra masculina; el límite de su distensión suele ser el mismo que el del orificio externo de la uretra. ♦ Está rodeada por músculo voluntario de la porción inferior del esfínter externo de la uretra antes de perforar la membrana perineal. ♦ Inmediatamente inferior a la membrana, la uretra entra en el cuerpo esponjoso y se convierte en uretra esponjosa, la porción más larga de la uretra masculina. ♦ La uretra esponjosa presenta expansiones en ambos extremos, las fosas intrabulbar y navicular. ♦ Las porciones intermedia y esponjosa de la uretra están irrigadas y drenadas por los mismos vasos (sanguíneos) dorsales del pene, pero difieren en cuanto a su inervación y drenaje linfático. La porción intermedia sigue vías viscerales y la porción esponjosa vías somáticas.

Escroto. El escroto es un saco cutáneo fibromuscular dinámico para los testículos y epidídimos. ♦ Su división interna por un tabique de la túnica dartos está marcada externamente por el rafe escrotal medio. ♦ La cara anterior del escroto es tributaria de vasos y de los nervios escrotales anteriores, que son prolongación de los vasos sanguíneos pudendos externos y de ramos del plexo nervioso lumbar. ♦ La cara posterior del escroto es tributaria de los vasos sanguíneos y de los nervios escrotales posteriores, continuaciones de los vasos sanguíneos pudendos internos y de ramos del plexo nervioso sacro. ♦ La inervación simpática del músculo liso dartos y de las glándulas sudoríparas colabora en la termorregulación de los testículos.

Pene. El pene es el órgano de la copulación y de la excreción de orina y semen. ♦ Está constituido principalmente por piel fina y móvil que recubre tres cuerpos cilíndricos de tejido cavernoso eréctil, los dos cuerpos cavernosos, y un único cuerpo esponjoso que contiene la uretra esponjosa. Los cuerpos eréctiles se mantienen juntos por la fascia profunda del pene, excepto en la raíz, donde están separados en los pilares y el bulbo del pene. ♦ Los pilares se insertan en las ramas isquiopubianas, pero todas las porciones de la raíz están unidas a la membrana perineal. ♦ En la unión entre la raíz y el cuerpo, el pene está unido a la sínfisis del pubis por el ligamento suspensorio del pene. ♦ Los músculos isquiocavernosos envuelven a los pilares, y el músculo bulboesponjoso envuelve al bulbo; las fibras más anteriores de éste último rodean la porción más proximal del cuerpo del pene y los vasos dorsales profundos. ♦ El glande del pene es una expansión distal del cuerpo esponjoso, que presenta el orificio externo de la uretra en su punta y una corona que se proyecta hacia fuera y sobre el cuello del glande. ♦ A menos que se extirpe en la circuncisión, el cuello está cubierto por el prepucio.

Excepto la piel situada cerca de la raíz, el pene está irrigado principalmente por ramas de las arterias pudendas internas. ♦ Las arterias dorsales irrigan la mayor parte del cuerpo y del glande. ♦ Las arterias profundas irrigan el tejido cavernoso. Las arterias helicinas terminales se abren para llenar los senos con sangre por efecto de la tensión arterial, lo que provoca la erección del pene. ♦ Las estructuras superficiales drenan a través de la vena dorsal superficial en las venas pudendas externas, mientras que los cuerpos eréctiles drenan a través de la vena dorsal profunda en el plexo venoso prostático. ♦ La inervación sensitiva y simpática se vehicula principalmente a través del nervio dorsal del pene, pero las arterias helicinas que producen la erección están inervadas por nervios cavernosos, prolongaciones del plexo nervioso prostático.

Músculos del periné. Además de sus orígenes óseos, los músculos voluntarios superficiales y profundos del periné también se insertan en la membrana perineal (que los separa) y en el cuerpo perineal. ♦ Además de las funciones esfinterianas de los esfínteres externos anal y uretral en el mantenimiento de la continencia fecal y urinaria, los músculos perineales masculinos actúan en grupo para proporcionar una base para el pene y sostener el cuerpo perineal (que a su vez sostiene al diafragma de la pelvis). ♦ Los músculos isquiocavernoso y bulboesponjoso comprimen el retorno venoso de los cuerpos eréctiles colaborando en la erección, a la vez que propulsan sangre desde la raíz del pene hacia el interior del cuerpo del pene. ♦ Además, el músculo bulboesponjoso comprime el bulbo del pene para expulsar las gotas finales de orina o de semen. ♦ Debido a estás múltiples funciones, los músculos perineales suelen estar bien desarrollados en los varones. Los músculos perineales están inervados por ramos musculares del nervio pudendo.

Triángulo urogenital femenino

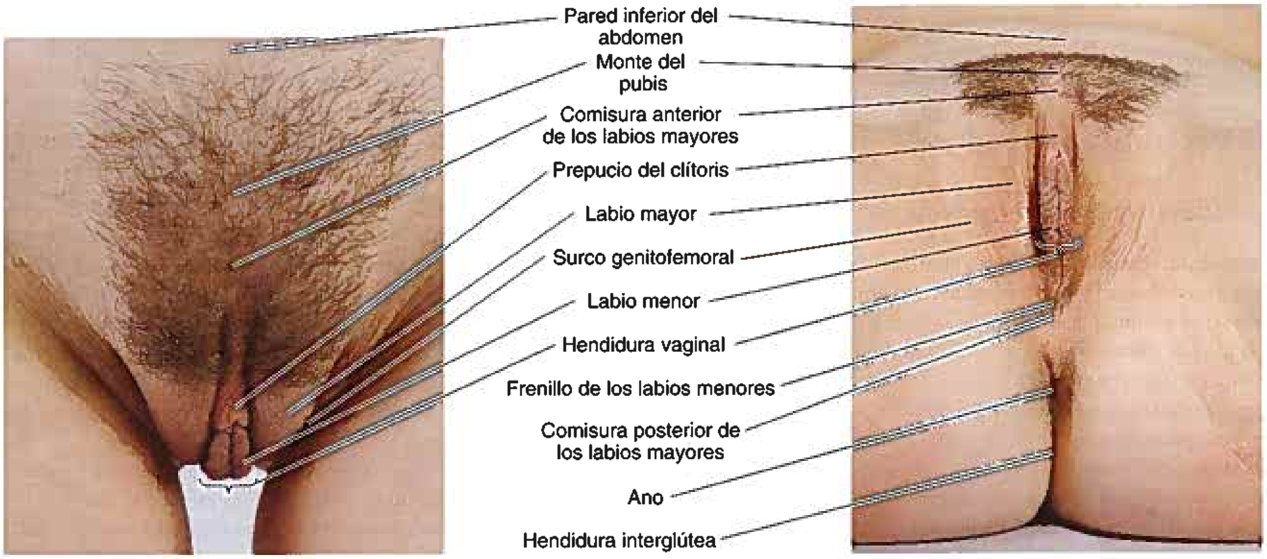
El **triángulo urogenital femenino** está formado por los genitales externos femeninos, los músculos del periné y el conducto anal.

GENITALES EXTERNOS FEMENINOS

Los **genitales externos femeninos** (fig. 3-67) comprenden el monte del pubis, los labios mayores (que encierran la hendidura vulvar), los labios menores (que encierran el vestíbulo de la vagina), el clítoris, los bulbos del vestíbulo y las glándulas vestibulares mayores y menores. El término **vulva** comprende todas estas partes. La vulva actúa como:

- Tejido sensitivo y eréctil en la excitación sexual y el coito.
- Dirige el flujo de orina.
- Evita la entrada de material extraño en el tracto urogenital.

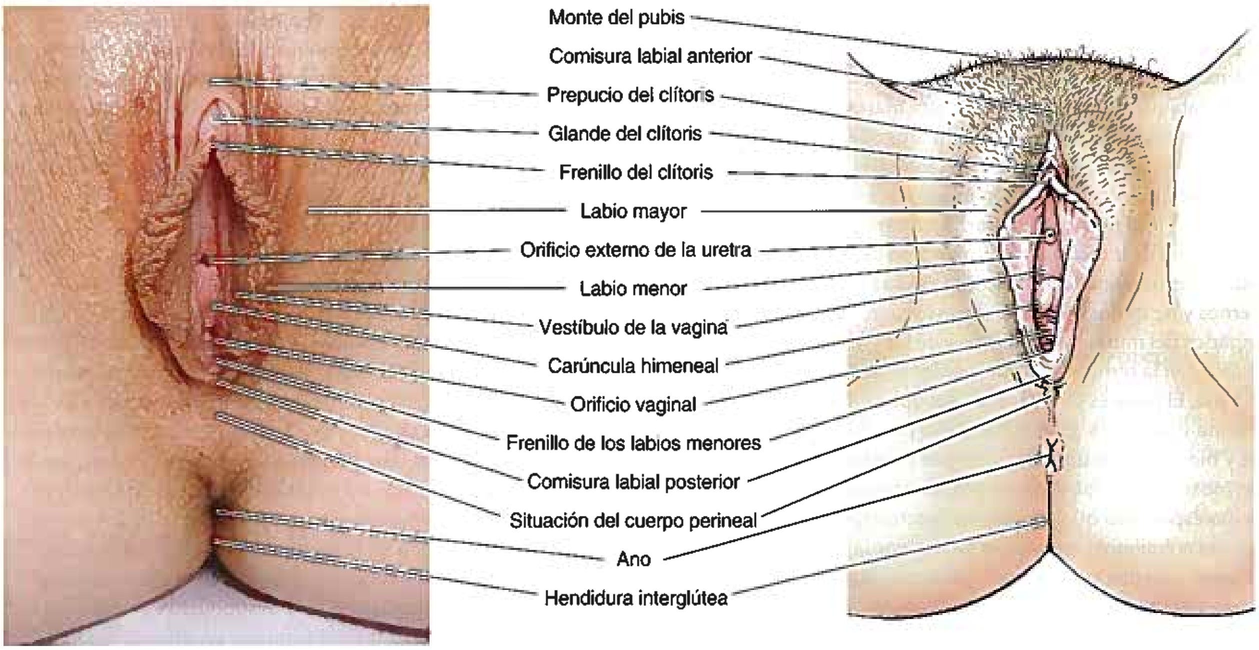
Monte del pubis. El **monte del pubis,** o monte de Venus, es la eminencia adiposa redondeada anterior a la sínfisis del pubis, tubérculos y ramas superiores de ambos pubis. La eminencia está



Pared inferior del abdomen
Monte del pubis
Comisura anterior de los labios mayores
Prepucio del clítoris
Labio mayor
Surco genitofemoral
Labio menor
Hendidura vaginal
Frenillo de los labios menores
Comisura posterior de los labios mayores
Ano
Hendidura interglútea

(A) Vista anterior (en bipedestación)

(B) Vista inferior (posición inicial de litotomía, labios menores juntos)



Monte del pubis
Comisura labial anterior
Prepucio del clítoris
Glande del clítoris
Frenillo del clítoris
Labio mayor
Orificio externo de la uretra
Labio menor
Vestíbulo de la vagina
Carúncula himeneal
Orificio vaginal
Frenillo de los labios menores
Comisura labial posterior
Situación del cuerpo perineal
Ano
Hendidura interglútea

(C) Vistas inferiores (posición de litotomía, labios menores separados) (D)

FIGURA 3-67. Genitales externos femeninos. A a C. Anatomía de superficie de la vulva de la vagina, en tres posiciones. D. Ilustración de la vulva, similar a (C). La humedad normalmente mantiene en contacto a los labios menores de forma pasiva, manteniendo cerrado el vestíbulo de la vagina (B) a menos que se separen como en (C).

formada por una masa de tejido adiposo subcutáneo (fig. 3-68A). La cantidad de grasa del monte aumenta en la pubertad y disminuye tras la menopausia. La superficie del monte del pubis se continúa con la pared anterior del abdomen. Tras la pubertad, el monte del pubis se cubre con un grueso vello púbico.

Labios mayores. Los **labios mayores** son pliegues cutáneos prominentes que proporcionan, indirectamente, protección al clítoris y a los orificios externo de la uretra y vaginal (fig. 3-67). Cada labio mayor, lleno casi por completo de un «proceso digitiforme» de tejido conectivo laxo que contiene músculo liso y la terminación del ligamento redondo del útero (fig. 3-68A), discurre inferoposteriormente desde el monte del pubis hacia el ano (fig. 3-67B a D).

Los labios mayores se sitúan a los lados de una depresión central (una delgada ranura cuando los muslos están en aducción, fig. 3-67A), la **hendidura vulvar,** dentro de la cual se encuentran los labios menores y el vestíbulo (fig. 3-67B a D). En la mujer adulta, las caras externas de los labios están cubiertas de piel pigmentada, que contiene muchas glándulas sebáceas, y vello púbico rizado. Las caras internas de los labios son lisas, rosadas y sin vello.

Los labios mayores son más gruesos anteriormente, donde se unen para formar la **comisura anterior.** Posteriormente, en las mujeres nulíparas (aquellas que nunca han dado a luz) se fusionan y constituyen una cresta, la **comisura posterior,** que

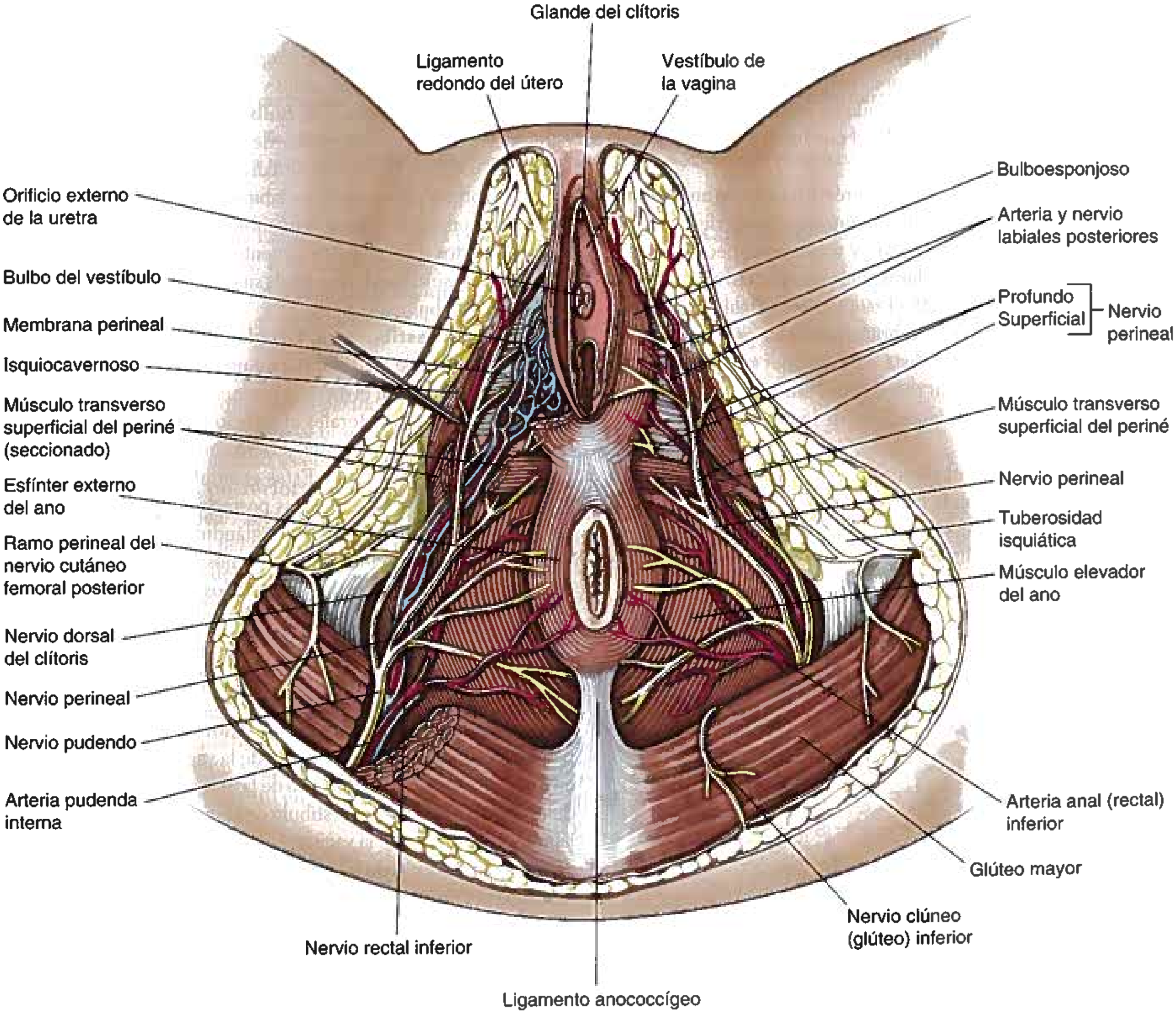

Glande del clítoris
Ligamento redondo del útero
Vestíbulo de la vagina
Orificio externo de la uretra
Bulbo del vestíbulo
Membrana perineal
Isquiocavernoso
Músculo transverso superficial del periné (seccionado)
Esfínter externo del ano
Ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior
Nervio dorsal del clítoris
Nervio perineal
Nervio pudendo
Arteria pudenda interna
Nervio rectal inferior
Ligamento anococcígeo
Bulboesponjoso
Arteria y nervio labiales posteriores
Profundo
Superficial
Nervio perineal
Músculo transverso superficial del periné
Nervio perineal
Tuberosidad isquiática
Músculo elevador del ano
Arteria anal (rectal) inferior
Glúteo mayor
Nervio clúneo (glúteo) inferior

FIGURA 3-68. Periné femenino. Se han eliminado la piel, el tejido subcutáneo (incluidos la fascia perineal y los cuerpos adiposos isquioanales) y la fascia de revestimiento de los músculos. En el lado derecho se ha resecado el músculo bulboesponjoso para mostrar el bulbo del vestíbulo. La disección más profunda del espacio superficial (lado derecho) muestra los bulbos del vestíbulo y las glándulas vestibulares mayores.

se encuentra sobre el cuerpo perineal y constituye el límite posterior de la vulva. Esta comisura suele desaparecer tras el primer parto vaginal.

Labios menores. Los **labios menores** son pliegues cutáneos redondeados que carecen de grasa y vello. Los labios menores están incluidos en la hendidura vulvar por los labios mayores, y rodean y cierran el *vestíbulo de la vagina*, en el cual se abren los orificios vaginal y externo de la uretra. Presentan un núcleo central de tejido conectivo esponjoso que contiene tejido eréctil en la base y muchos pequeños vasos sanguíneos. Anteriormente, los labios menores forman dos láminas: las láminas mediales de ambos lados se unen como **frenillo del clítoris,** y las láminas laterales se unen anteriores al glande del clítoris (o a menudo anteriores e inferiores, con lo cual se solapan y lo ocultan) para formar el **prepucio del clítoris.** En las mujeres jóvenes, especialmente en las vírgenes, los labios menores se conectan posteriormente mediante un pequeño pliegue transversal, el **frenillo de los labios menores.** Aunque la cara interna de cada labio menor es piel delgada y húmeda, presenta el típico color rosado de una mucosa y contiene muchas terminaciones nerviosas sensitivas. (V. el cuadro azul «Circuncisión femenina», p. 432.)

Clítoris. El **clítoris** es un órgano eréctil localizado en el punto en que los labios menores se unen anteriormente (figs. 3-67 y 3-68). El clítoris consta de una **raíz** y un **cuerpo** pequeño y cilíndrico, formados por dos pilares, dos cuerpos cavernosos y el **glande del clítoris** (fig. 3-69). Los pilares se fijan a las ramas inferiores del pubis y a la membrana perineal, profundos a los labios. El cuerpo del clítoris está cubierto por el prepucio del clítoris (figs. 3-67 y 3-68). En conjunto, el cuerpo y el glande del clítoris tienen aproximadamente 2 cm de largo y menos de 1 cm de diámetro.

A diferencia del pene, el clítoris no está relacionado funcionalmente con la uretra ni con la micción. El clítoris es muy sensible y aumenta de tamaño con la estimulación táctil. El glande es la parte más inervada del clítoris y posee numerosas terminaciones nerviosas.

Vestíbulo de la vagina. El **vestíbulo** de la vagina es el espacio rodeado por los labios menores, que contiene las desembocaduras de la uretra, la vagina y los conductos de las glándulas vestibulares mayores y menores (figs. 3-67C y D, y 3-68A). El *orificio externo de la uretra* se localiza 2-3 cm posteroinferior al glande del clítoris y anterior al orificio vaginal. A cada lado del orificio externo de la uretra se encuentran las aberturas de los conductos de las **glándulas parauretrales** (fig. 3-68A). Las *aberturas de los conductos de las glándulas vestibulares mayores* se localizan en las caras superiores y mediales de los labios menores, a las 5 y a las 7 en punto respecto al orificio vaginal, en la posición de litotomía.

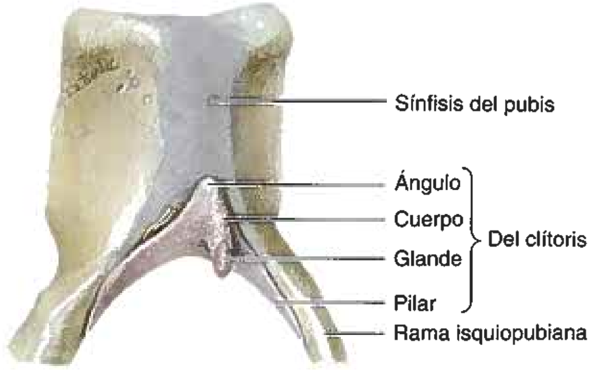


FIGURA 3-69. **Clítoris.** Se han eliminado los tejidos blandos circundantes para mostrar las porciones del clítoris.

El tamaño y el aspecto del **orificio vaginal** varían según el estado del **himen,** un pliegue anular delgado de mucosa en el orificio vaginal que rodea y ocluye parcial o totalmente la luz. Tras su rotura, sólo son visibles sus restos, o **carúnculas himenales** (figura 3-67C y D). Estos restos separan la vagina del vestíbulo. El himen carece de una función fisiológica conocida. Se considera básicamente un vestigio evolutivo, pero su estado (y el del frenillo de los labios menores) suele proporcionar pruebas decisivas en casos de abusos sexuales infantiles y violaciones.

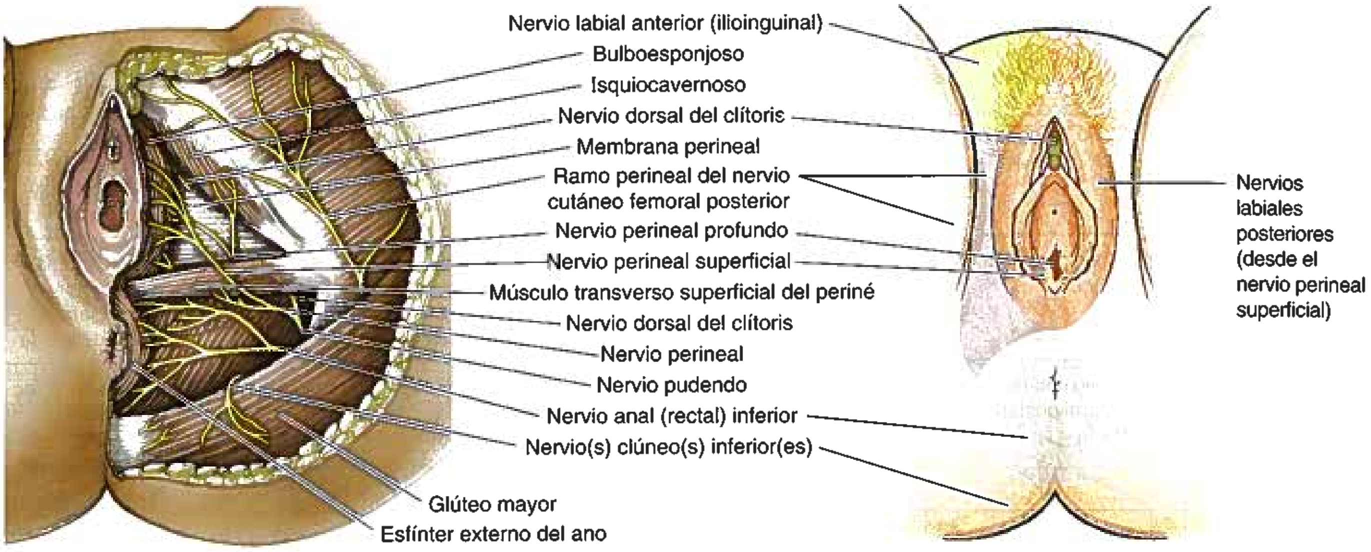
Bulbos del vestíbulo. Los **bulbos del vestíbulo** son masas pares de tejido eréctil alargado, de aproximadamente 3 cm de largo (fig. 3-68A y B), que se sitúan a los lados del orificio vaginal, superiores o profundos a los labios menores (pero no dentro), inmediatamente inferiores a la membrana perineal (v. fig. 3-53C). Están cubiertos inferior y lateralmente por los músculos bulboesponjosos, que se extienden por toda su longitud. Los bulbos son los homólogos del bulbo del pene.

Glándulas vestibulares. Las **glándulas vestibulares mayores** (glándulas de Bartolino), con un diámetro aproximado de 0,5 cm, se localizan en el espacio perineal superficial, a cada lado del vestíbulo, posterolaterales al orificio vaginal e inferiores a la membrana perineal, por lo que se encuentran en el espacio perineal superficial (fig. 3-68B). Estas glándulas son redondeadas u ovales, y en parte están cubiertas posteriormente por los *bulbos del vestíbulo;* como los bulbos, las glándulas están parcialmente rodeadas por los músculos bulboesponjosos. Los finos conductos de estas glándulas pasan profundos a los bulbos y desembocan en el vestíbulo de la vagina a cada lado del orificio vaginal. Estas glándulas secretan moco en el vestíbulo de la vagina durante la excitación sexual. (V. el cuadro azul «Infección de las glándulas vestibulares mayores», p. 433.)

Las **glándulas vestibulares menores** son glándulas más pequeñas, a cada lado del vestíbulo de la vagina, que desembocan en éste, entre los orificios externo de la uretra y vaginal. Estas glándulas secretan moco en el vestíbulo de la vagina, que humedece los labios y el vestíbulo de la vagina.

Vascularización de la vulva. La abundante irrigación arterial para la vulva procede de las *arterias pudendas externas* e *internas* (fig. 3-68A; v. también fig. 3-58B; tabla 3-8). La *arteria pudenda interna* irriga la mayor parte de la piel, los genitales externos y los músculos del periné. Las arterias labiales son ramas de la arteria pudenda interna, al igual que las del clítoris.

Las venas labiales son tributarias de las *venas pudendas internas* y venas satélites de la arteria pudenda interna. La ingurgitación venosa durante la fase de excitación de la respuesta sexual produce un aumento del tamaño y de la consistencia del clítoris y de los bulbos del vestíbulo.


Nervio labial anterior (ilioinguinal)
Bulboesponjoso
Isquiocavernoso
Nervio dorsal del clítoris
Membrana perineal
Ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior
Nervio perineal profundo
Nervio perineal superficial
Músculo transverso superficial del periné
Nervio dorsal del clítoris
Nervio perineal
Nervio pudendo
Nervio anal (rectal) inferior
Nervio(s) clúneo(s) inferior(es)
Glúteo mayor
Esfínter externo del ano
Nervios labiales posteriores (desde el nervio perineal superficial)

(A) Disección de los nervios perineales **Vistas inferiores (posición de litotomía)** **(B) Distribución de los nervios perineales**

FIGURA 3-70. Nervios del periné femenino. A. En esta vista se han eliminado la piel, el tejido subcutáneo y los cuerpos adiposos isquioanales. La mayoría de la región y de las estructuras del periné están inervadas por ramos del nervio pudendo (S2-4). **B.** Zonas de inervación cutánea.

Inervación de la vulva. La cara anterior de la vulva (monte del pubis, labios anteriores) está inervada por nervios procedentes del plexo lumbar: los **nervios labiales anteriores**, que derivan del *nervio ilioinguinal,* y el *ramo genital del nervio genitofemoral.*

La cara posterior de la vulva está inervada por nervios que proceden del plexo sacro: el *ramo perineal del nervio cutáneo posterior femoral,* lateralmente, y el *nervio pudendo,* centralmente (fig. 3-70). Este último es el nervio principal del periné. Los **nervios labiales posteriores** (*ramos terminales superficiales del nervio perineal*) inervan los labios; *ramos profundos* y *musculares del nervio perineal* inervan el orificio vaginal y los músculos superficiales del periné; y el *nervio dorsal del clítoris* inerva los músculos profundos del periné y recoge la sensibilidad del clítoris. (V. el cuadro azul «Bloqueo de los nervios pudendo e ilioinguinal», p. 433.)

El bulbo del vestíbulo y los cuerpos eréctiles del clítoris reciben fibras parasimpáticas a través de *nervios cavernosos* del plexo uterovaginal. La estimulación parasimpática produce un aumento de la secreción vaginal, la erección del clítoris y la ingurgitación del tejido eréctil en los bulbos del vestíbulo.

DRENAJE LINFÁTICO DEL PERINÉ FEMENINO

La vulva contiene una abundante red de vasos linfáticos. La linfa de la piel del periné, incluido el anodermo inferior a la línea pectínea del anorrecto y la vagina más inferior, el orificio vaginal y el vestíbulo, drena inicialmente hacia los *nódulos linfáticos inguinales superficiales.* La linfa del clítoris, el bulbo vestibular y los labios menores anteriores drena en los *nódulos inguinales profundos* o directamente en los *nódulos ilíacos internos;* la linfa de la uretra drena en los *nódulos linfáticos ilíacos internos* o en los *nódulos linfáticos sacros* (fig. 3-71; tabla 3-7).

MÚSCULOS DEL PERINÉ EN LA MUJER

Los *músculos superficiales del periné* son el *transverso superficial del periné,* el **isquiocavernoso** y el *bulboesponjoso* (v. fig. 3-66A y B). En la tabla 3-9 se proporcionan detalles de sus inserciones, inervación y acciones. (V. los cuadros azules «Ejercicios para desarrollar los músculos perineales femeninos» y «Vaginismo», pp. 433 y 434.)

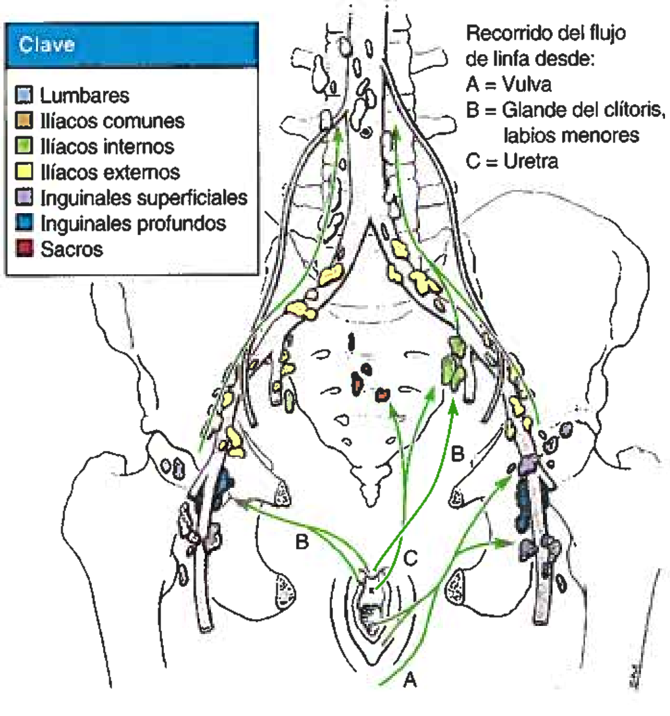

Clave
🟦 Lumbares
🟧 Ilíacos comunes
🟩 Ilíacos internos
🟨 Ilíacos externos
🟪 Inguinales superficiales
🟦 Inguinales profundos
🟥 Sacros
Recorrido del flujo de linfa desde:
A = Vulva
B = Glande del clítoris, labios menores
C = Uretra
B
B
C
A

FIGURA 3-71. Drenaje linfático de la vulva. Las *flechas* indican la dirección del flujo de linfa hacia los nódulos linfáticos.

TABLA 3-10. NERVIOS DEL PERINÉ

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Nervios labiales anteriores (♀); nervios escrotales anteriores (♂)	Porción terminal del nervio ilioinguinal (L1)	Nace cuando el ilioinguinal abandona el anillo inguinal superficial; pasa anterior e inferiormente	*En mujeres,* sensitivo para el monte del pubis y la parte anterior de los labios mayores; *en hombres,* sensitivo para la región púbica, piel del pene proximal, cara anterior del escroto y muslo adyacente
Ramo genital del nervio genitofemoral	Nervio genitofemoral (L1 y L2)	Emerge a través del anillo inguinal superficial o junto a él	*En mujeres,* sensitivo para la porción anterior de los labios mayores; *en hombres,* motor para el músculo cremáster, sensitivo para la cara anterior del escroto y el muslo adyacente
Ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior	Nervio cutáneo femoral posterior (S1-3)	Nace profundo al borde inferior del glúteo mayor; pasa medialmente sobre el ligamento sacrotuberoso para discurrir paralelo a la rama isquiopubiana	Sensitivo para el periné lateral (labios mayores en ♀, escroto en ♂), surco genitofemoral y porción medial más superior del muslo; puede solaparse con porciones laterales del periné inervadas por el nervio pudendo
Nervios clúneos inferiores	Nervio cutáneo femoral posterior (S1-3)	Nacen profundos y emergen desde el borde inferior del glúteo mayor, ascendiendo por el tejido subcutáneo	Piel de la región glútea (nalga) inferior e inferolateral (pliegue glúteo y área superior a éste)
Nervio pudendo (S2-4)	Plexo sacro (ramos anteriores de S2-4)	Abandona la pelvis a través de la porción infrapiriforme del agujero ciático mayor; pasa posterior al ligamento sacroespinoso; entra en el periné a través del agujero ciático menor, dividiéndose inmediatamente en ramos al entrar en el conducto pudendo	Motor para los músculos del periné y sensitivo para la mayoría de la región perineal a través de sus ramos, los nervios rectal inferior y perineal, y el nervio dorsal del clítoris o del pene
Nervio anal (rectal) inferior	Nervio pudendo (S3-4)	Pasa medialmente desde la región de la espina ciática (entrada del conducto pudendo) atravesando el cuerpo adiposo isquioanal	Esfínter externo del ano; participa en la inervación de la porción inferior y más medial del elevador del ano (puborrectal); sensitivo para el conducto anal inferior a la línea pectínea y piel perianal
Nervio perineal	Nervio pudendo	Nace cerca de la entrada del conducto pudendo, discurriendo paralelo al nervio progenitor hasta el final del conducto, y luego pasa medialmente	Se divide en ramos superficial y profundo, el nervio labial o escrotal posterior y el nervio profundo del periné
Nervios labiales posteriores (♀); nervios escrotales posteriores (♂)	Ramo terminal superficial del nervio perineal	Nacen en el extremo anterior (terminal) del conducto pudendo, pasando medial y superficialmente	*En mujeres,* labios menores y todos los labios mayores excepto la parte anterior; *en hombres,* cara posterior del escroto
Nervio perineal profundo	Ramo terminal profundo del nervio perineal	Nace en el extremo anterior (terminal) del conducto pudendo, pasando primero medialmente y luego profundamente en el espacio perineal superficial	Motor para los músculos del espacio perineal superficial (isquiocavernoso, bulboesponjoso y músculos perineales superficiales); *en mujeres,* sensitivo para el vestíbulo de la vagina y la porción inferior de la vagina

TRIÁNGULO UROGENITAL FEMENINO

Circuncisión femenina

Aunque es ilegal y actualmente se aboga contra ella en la mayoría de los países, la circuncisión femenina es una práctica muy extendida en determinadas culturas. La intervención se lleva a cabo durante la infancia, y consiste en extirpar el prepucio del clítoris y normalmente también comporta la eliminación de parte o de todo el clítoris y los labios menores. Se considera, equivocadamente, que esta intervención mutilante inhibe la excitación y el placer sexuales.

Traumatismo vulvar

Los bulbos del vestíbulo están muy vascularizados y pueden sufrir una rotura vascular debido a traumatismos (p. ej., lesiones deportivas como en el salto de vallas, agresiones sexuales o lesiones obstétricas). Estas lesiones suelen provocar hematomas (acumulaciones localizadas de sangre) vulvares en los labios mayores, por ejemplo.

Infección de las glándulas vestibulares mayores

Las glándulas vestibulares mayores normalmente no se pueden palpar, salvo cuando están infectadas. La oclusión del conducto de la glándula vestibular puede predisponer a una infección de la glándula. En ella se originan la mayoría de los adenocarcinomas (cánceres) de la vulva. La **bartolinitis,** una inflamación de las glándulas vestibulares mayores (de Bartolino), puede estar causada por numerosos microorganismos patógenos. Las glándulas infectadas pueden aumentar de tamaño hasta alcanzar un diámetro de 4-5 cm y chocar con la pared del recto. La oclusión del conducto de la glándula vestibular sin infección puede provocar la acumulación de mucina (**quiste de la glándula de Bartolino**) (fig. C3-34).

Bloqueo de los nervios pudendo e ilioinguinal

Para aliviar el dolor que se produce en el parto, se puede realizar un **bloqueo del nervio pudendo** mediante la inyección de un anestésico local en los tejidos que rodean al nervio (fig. C3-35). La inyección se realiza en el punto en que el nervio pudendo cruza la cara lateral del ligamento sacroespinoso, junto a su inserción en la espina ciática. La aguja puede introducirse a través de la piel (como en la ilustración) o, más frecuentemente, a través de la vagina, en paralelo al dedo que se utiliza en la palpación. Como en esta fase del parto la cabeza del feto suele estar dentro de la pelvis menor, es importante que el dedo del cirujano se sitúe siempre entre la punta de la aguja y la cabeza del bebé durante el procedimiento.

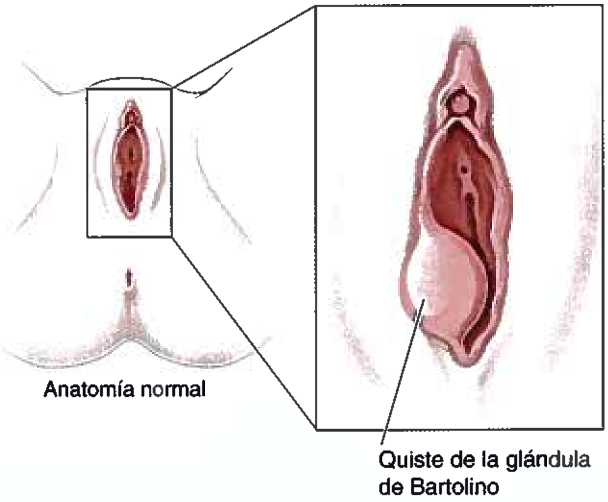


FIGURA C3-34.

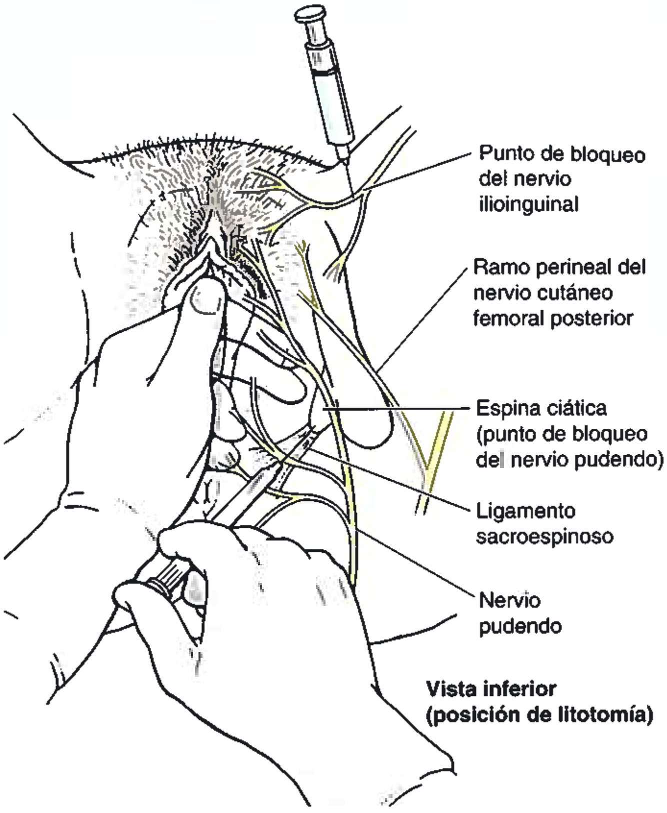

Punto de bloqueo del nervio ilioinguinal
Ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior
Espina ciática (punto de bloqueo del nervio pudendo)
Ligamento sacroespinoso
Nervio pudendo
Vista inferior (posición de litotomía)

FIGURA C3-35.

Para eliminar el dolor de la porción anterior del periné, se realiza un **bloqueo del nervio ilioinguinal.** Si la paciente sigue quejándose de dolor después de efectuar correctamente un bloqueo nervioso del nervio pudendo o de los nervios pudendo e ilioinguinal, suele deberse a la inervación suplementaria por el ramo perineal del nervio cutáneo femoral posterior. En el cuadro azul «Anestesia durante el parto» (p. 397) se explican y comparan otras modalidades de anestesia para el parto.

Ejercicios para desarrollar los músculos perineales femeninos

El músculo transverso superficial del periné, el bulboesponjoso y el esfínter externo del ano forman, a través de su inserción común al cuerpo perineal, vigas que se cruzan sobre la abertura inferior de la pelvis para sostener el cuerpo perineal, como en los varones. Al carecer de las exigencias funcionales relacionadas con la micción, la erección del pene y la eyaculación, que sí se dan en el sexo masculino, estos músculos suelen estar relativamente subdesarrollados en las mujeres. Sin embargo, cuando están bien desarrollados, contribuyen al sostén de las vísceras pélvicas y ayudan a evitar la incontinencia urinaria de esfuerzo y el prolapso de las vísceras pélvicas después del parto. Por ello, muchos ginecólogos, así como en la educación prenatal para el parto participativo, recomiendan que las mujeres hagan los ejercicios de Kegel (que deben su nombre a J.H. Kegel, un ginecólogo de Estados Unidos del siglo XX) con los músculos perineales, como interrumpir reiteradamente el flujo de orina durante la micción. Las clases de formación prenatal hacen hincapié en que aprender a contraer y relajar voluntariamente los músculos del periné hace que las mujeres estén preparadas para resistir la tendencia a contraer la musculatura durante las contracciones uterinas, lo que facilitará el recorrido del feto y disminuirá la probabilidad de desgarro de los músculos perineales.

Vaginismo

Se considera que la distensión inicial de los músculos bulboesponjosos y transversos del periné desencadena los espasmos involuntarios de los músculos perivaginales y el elevador del ano en el *vaginismo*, un trastorno ginecológico emocional (psicosomático). En clínica se observa el vaginismo al tratar de efectuar una exploración pélvica. En las formas leves, provoca *dispareunia* (coito doloroso); en las graves, impide la penetración vaginal.

Puntos fundamentales

GENITALES EXTERNOS FEMENINOS

Los genitales externos femeninos están formados por pliegues (labios) concéntricos que rodean un órgano que participa en la estimulación sexual (el clítoris), y los orificios separados de los sistemas urinario y reproductor. ◆ El monte de Venus y los labios mayores, rellenos de grasa, rodean la hendidura vaginal, cubriendo y protegiendo su contenido (p. ej., soportando el peso del cuerpo al sentarse en una bicicleta). ◆ Los labios menores, que no contienen grasa, se unen en el clítoris y lo cubren, a la vez que rodean el vestíbulo de la vagina, donde desembocan los orificios externo de la uretra y vaginal y las glándulas vestibulares. ◆ El clítoris es eréctil, y consta de un glande muy sensible, un cuerpo corto y unos pilares que se insertan en las ramas del pubis y la membrana perineal; su única función es actuar como órgano sensorial táctil. ◆ El himen o sus restos, las carúnculas himenales, separan la vagina del vestíbulo y el orificio vaginal. ◆ Inmediatamente superior a las bases de los labios menores a cada lado del orificio vaginal, los bulbos del vestíbulo son masas pares de tejido eréctil, que se corresponden con el bulbo del pene. ◆ Los vasos pudendos internos vascularizan la mayor parte de la vulva, mientras que los vasos pudendos externos vascularizan un área anterior más pequeña. ◆ Con la excepción del glande del clítoris y las estructuras asociadas (que drenan en los nódulos inguinales profundos e ilíacos externos), la linfa procedente del periné drena en los nódulos inguinales superficiales.

La inervación del periné corre fundamentalmente a cargo del nervio pudendo, con una inervación cutánea adicional anteriormente desde los nervios labiales anteriores (nervios ilioinguinal y genitofemoral), y lateralmente desde el nervio cutáneo femoral posterior. ◆ Los tejidos eréctiles están inervados por fibras parasimpáticas que viajan independientemente desde la pelvis al periné como nervios cavernosos.

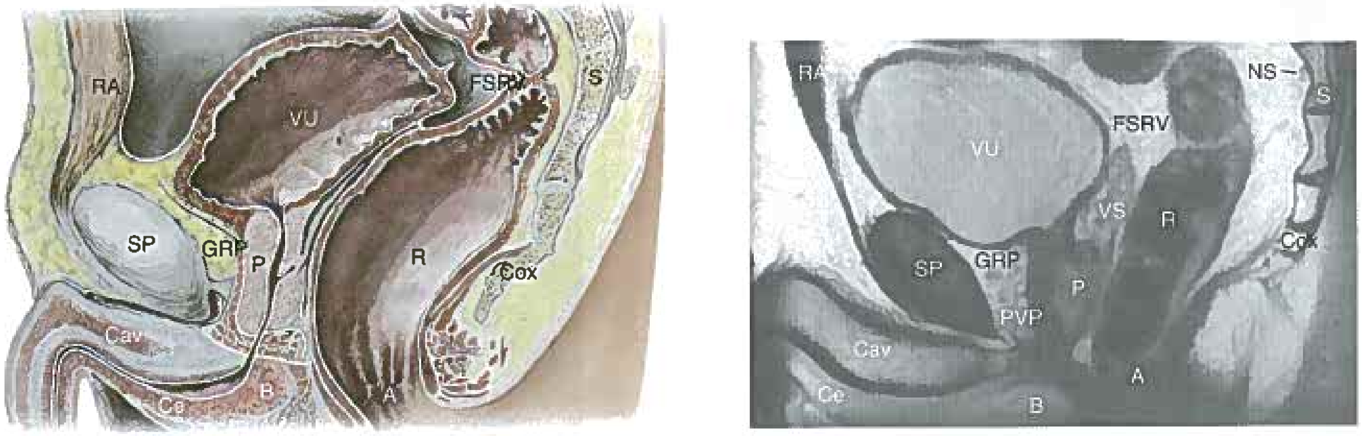
Músculos perineales de la mujer. Aunque son homólogos a los músculos del hombre, los músculos perineales de la mujer suelen estar menos desarrollados. ◆ Además de sus funciones esfinterianas en los esfínteres anal y uretral externos para mantener la continencia fecal y urinaria, los músculos perineales de la mujer también pueden sostener el cuerpo perineal (que a su vez sostiene el diafragma de la pelvis). ◆ Aprender a controlar los músculos perineales mediante ejercicios regulares (Kegel) puede disminuir el riesgo de laceración obstétrica de los músculos perineales y del consiguiente prolapso de las vísceras pélvicas. ◆ Los músculos perineales están inervados por ramos musculares del nervio pudendo.

DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DE LA PELVIS Y EL PERINÉ

Resonancia magnética

La RM proporciona una evaluación excelente de las estructuras pélvicas en cualquier plano (fig. 3-72) y permite una perfecta delimitación del útero y los ovarios (fig. 3-73). También permite la identificación de tumores (p. ej., un mioma o una neoplasia benigna) y de anomalías congénitas (p. ej., un útero bicorne).

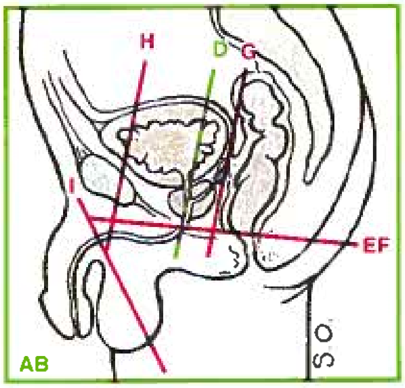
Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen USMLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!


RA
VU
FSRV
S
SP
GRP
P
R
Cox
Cav
Ce
B
A
RA
NS
S
FSRV
VU
VS
R
Cox
SP
GRP
P
PVP
Cav
Ce
B
A

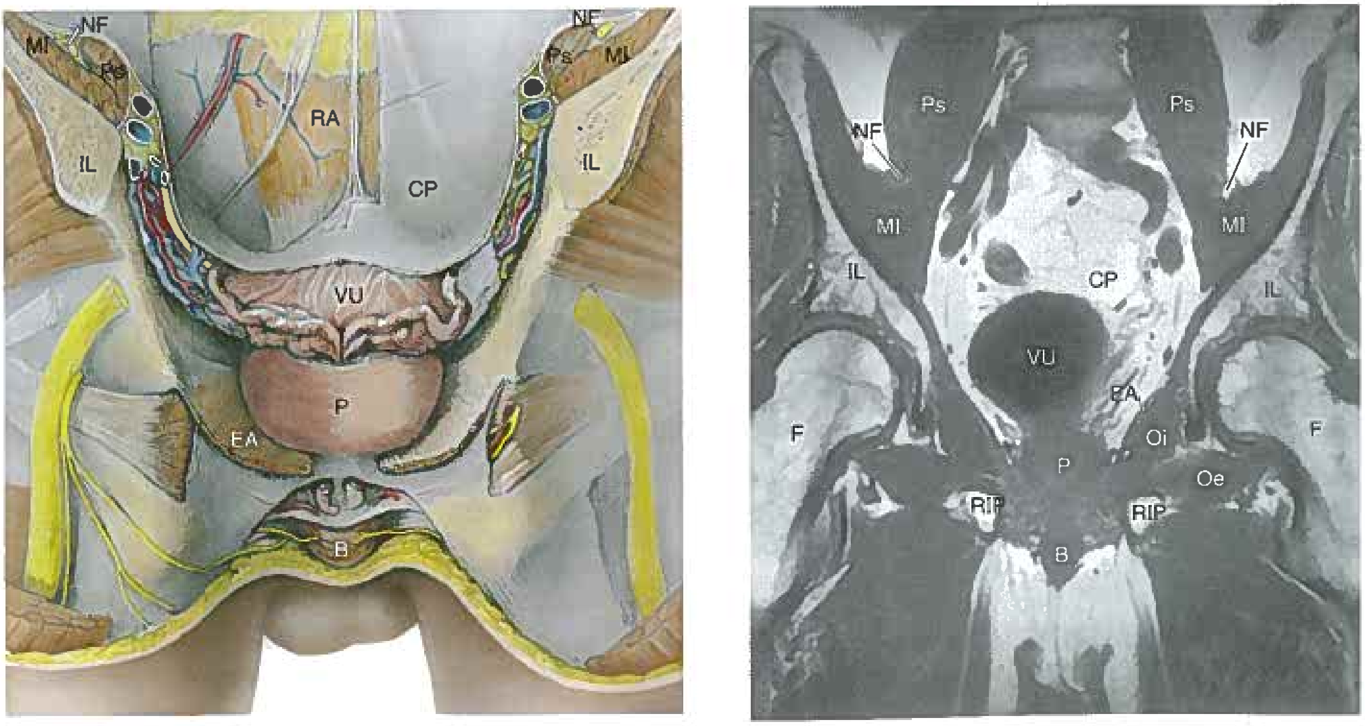
(A) Sección sagital media anatómica

(B) RM sagital media

A	Ano	**NS**	Nervios sacros
B	Bulbo del pene	**Oe**	Obturador externo
Cav	Cuerpo cavernoso del pene	**Oi**	Obturador interno
Ce	Cuerpo esponjoso del pene	**P**	Próstata
Cox	Cóccix	**PVP**	Plexo venoso prostático
CP	Cavidad peritoneal	**Ps**	Músculo psoas
EA	Elevador del ano	**R**	Recto
F	Fémur	**RA**	Recto del abdomen
FSRV	Fondo de saco rectovesical	**RIP**	Ramas isquiopubianas
GRP	Grasa retropúbica	**S**	Sacro
IL	Ilion	**SP**	Sínfisis del pubis
MI	Músculo ilíaco	**VS**	Vesícula seminal
NF	Nervio femoral	**VU**	Vejiga urinaria


H
D
G
I
EF
AB
SO

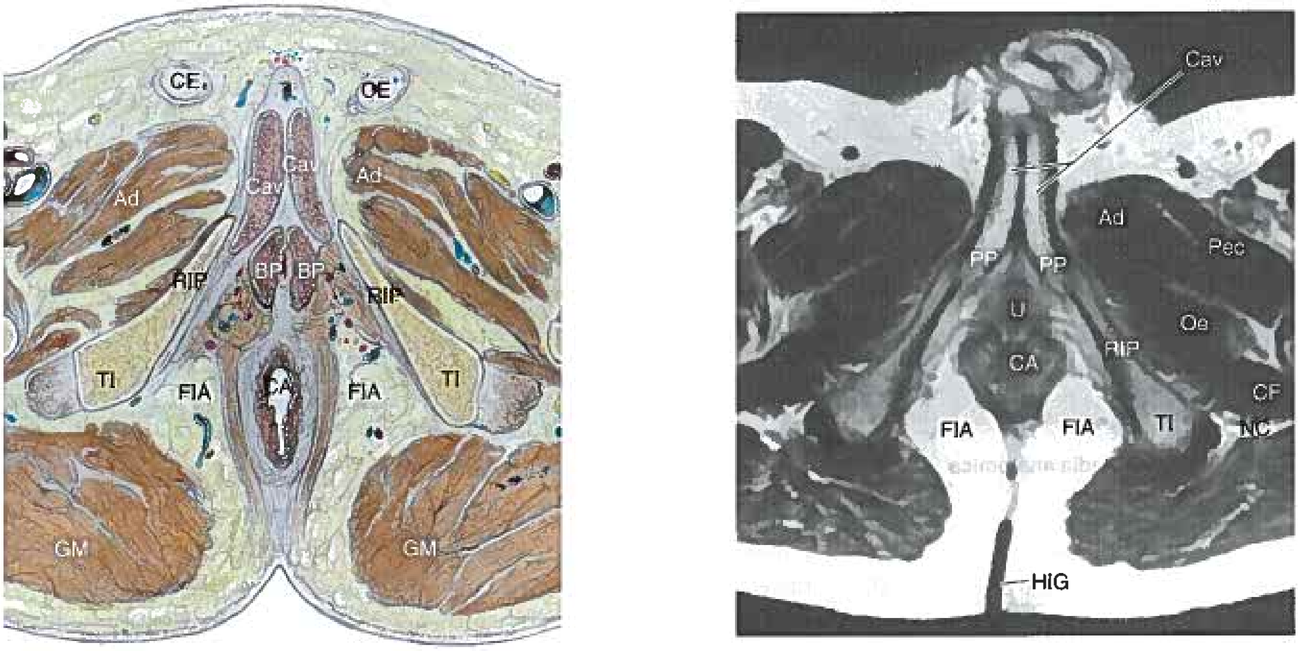
🟩 Secciones de esta página
🟥 Secciones de la página siguiente


NF
MI
Ps
RA
IL
CP
VU
P
EA
B
Ps
NF
MI
IL
CP
VU
EA
F
Oi
P
Oe
RIP
B

(C) Disección, vista posterior

(D) RM coronal

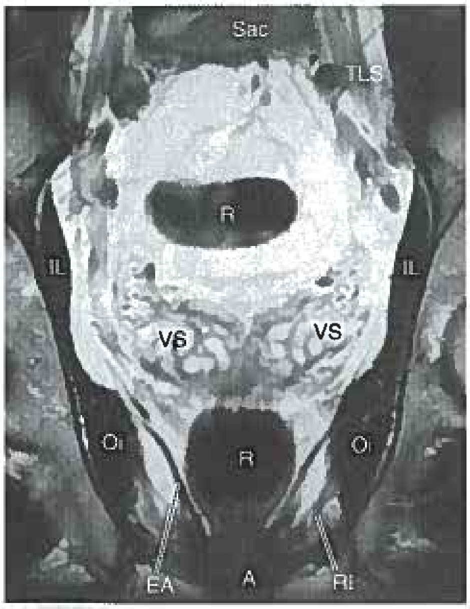
FIGURA 3-72. RM de la pelvis y el periné masculinos *(continúa).*


CE
OE
Ad
Cav
Cav
Ad
RIP
BP
BP
RIP
TI
FIA
CA
FIA
TI
GM
GM
Cav
Ad
Pec
PP
PP
U
Oe
CA
RIP
CF
FIA
FIA
TI
NC
HIG

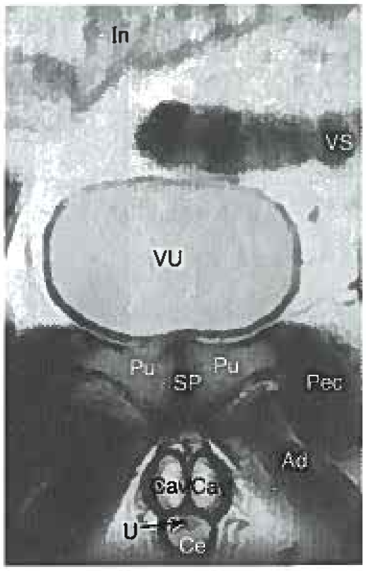
(E) Sección transversal anatómica de la pelvis y el periné masculinos. Vista inferior

(F) RM transversal (axial)

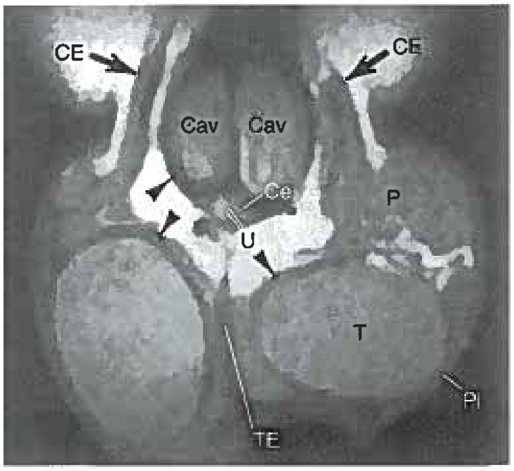
Ad	Músculos aductores
BP	Bulbo del pene
Cav	Cuerpo cavernoso
CA	Conducto anal
Ce	Cuerpo esponjoso
CE	Cordón espermático
CF	Cuadrado femoral
EA	Elevador del ano
FIA	Fosa isquioanal
GM	Glúteo mayor
HIG	Hendidura interglútea
IL	Ilíaco
In	Intestino delgado
NC	Nervio ciático
Oe	Obturador externo
Oi	Obturador interno
P	Plexo pampiniforme
Pec	Pectíneo
Pi	Piel
PP	Pilar del pene
Pu	Hueso del pubis
R	Recto
RI	Nervio y vasos rectales inferiores
RIP	Rama isquiopubiana
TE	Tabique escrotal
TI	Tuberosidad isquiática
TLS	Tronco lumbosacro
SP	Sínfisis del pubis
T	Testículo
U	Uretra
VS	Vesículas seminales
VU	Vejiga urinaria


Sac
TLS
R
IL
IL
VS
VS
Oi
R
Oi
EA
A
RI

(G) RM coronal

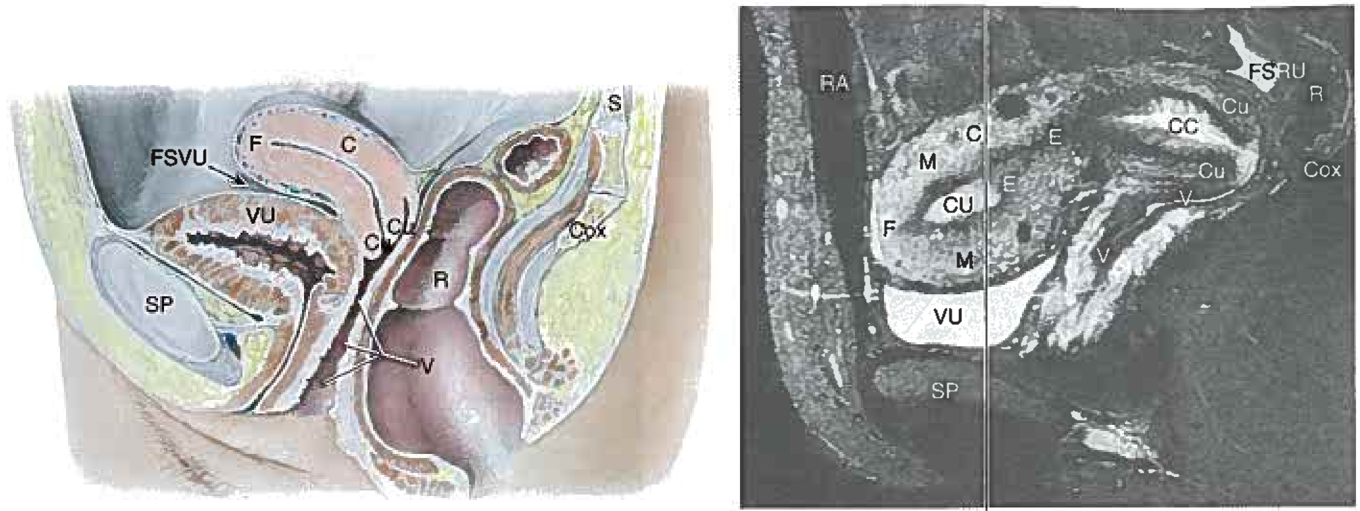

In
VS
VU
Pu
SP
Pu
Pec
Ad
Cav
Ca
U
Ce

(H) RM coronal


CE
CE
Cav
Cav
Ce
P
U
T
Pi
TE

(I) Sección coronal

FIGURA 3-72. *(Continuación.)*

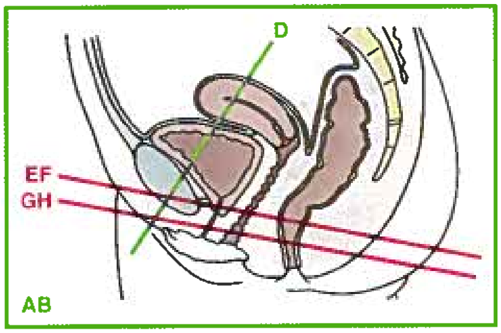

S
FSVU
F
C
VU
Cu
C
Cox
R
SP
V
RA
FSRU
R
Cu
CC
C
M
E
Cox
Cu
E
CU
F
V
M
V
VU
SP

(A) Sección sagital media anatómica

(B) RM sagital media

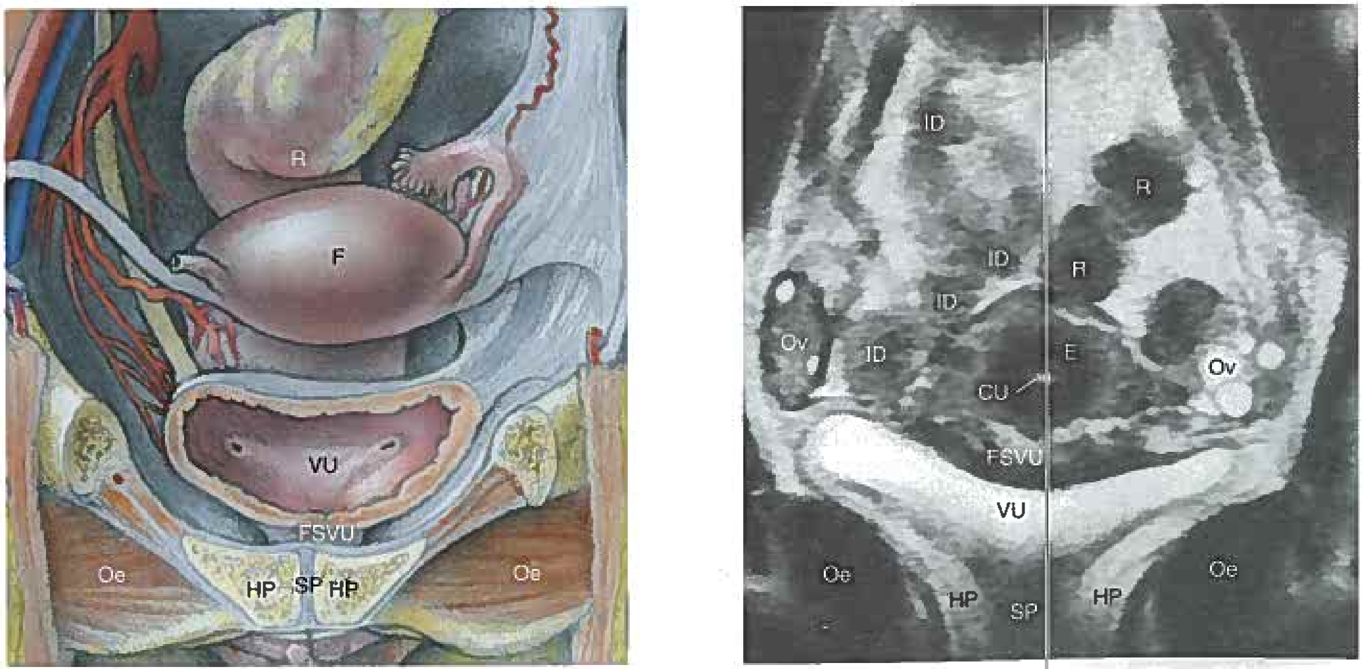
Plano de la sección coronal (abajo)

C	Cuerpo del útero	**ID**	Intestino delgado
CC	Conducto del cuello del útero	**M**	Miometrio
Cox	Cóccix	**Oe**	Obturador externo
CU	Cavidad uterina	**Ov**	Ovario
Cu	Cuello del útero	**R**	Recto
E	Endometrio	**RA**	Recto del abdomen
F	Fondo del útero	**S**	Sacro
FSRU	Fondo de saco rectouterino	**SP**	Sínfisis del pubis
FSVU	Fondo de saco vesicouterino	**V**	Vagina
HP	Hueso del pubis	**VU**	Vejiga urinaria



Secciones de esta página

Secciones de la página siguiente

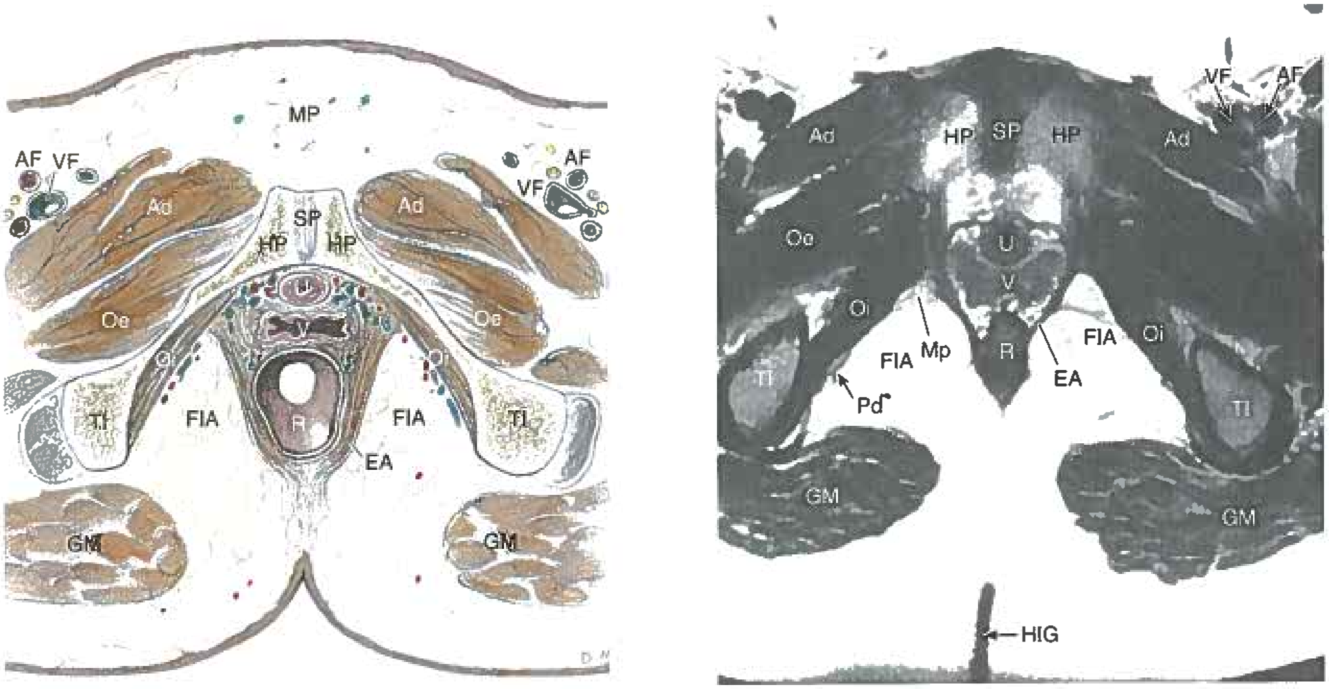

R
F
VU
FSVU
Oe
HP
SP
HP
Oe
ID
R
ID
R
ID
Ov
ID
E
Ov
CU
FSVU
VU
Oe
HP
SP
HP
Oe

(C) Disección, vista anterior

(D) RM coronal

Plano de la sección sagital media (arriba)

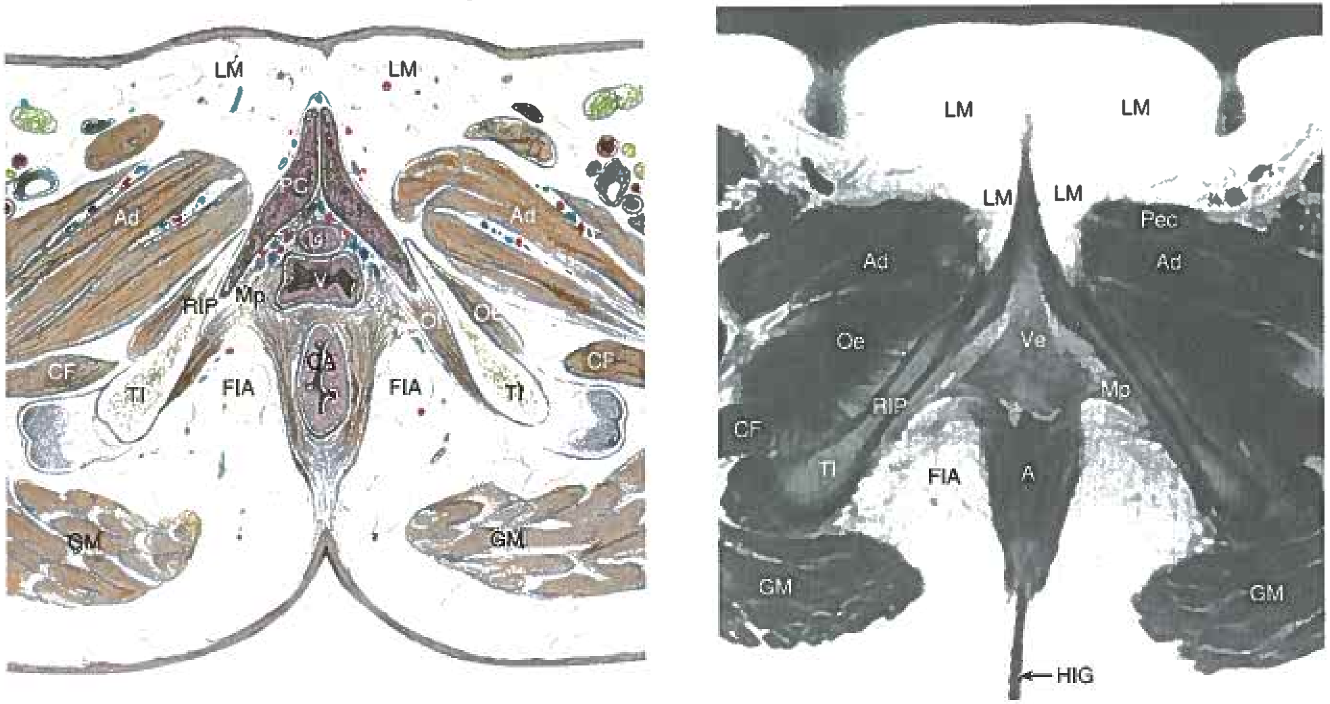
FIGURA 3-73. RM de la pelvis femenina. (B y D por cortesía de la Dra. Shirley McCarthy, Department of Diagnostic Radiology, Yale University and Yale-New Haven Hospital, New Haven, CT.) *(Continúa.)*


MP
AF
VF
AF
VF
Ad
Ad
SP
HP
HP
U
V
Oe
Oe
Oi
Oi
TI
TI
FIA
FIA
R
EA
GM
GM
VF
AF
Ad
HP
SP
HP
Ad
Oe
U
V
Oi
Mp
FIA
R
EA
FIA
Oi
TI
Pd
TI
GM
GM
HIG

(E) Sección transversal anatómica

(F) RM transversal

Ad	Músculos aductores
AF	Arterial femoral
CA	Conducto anal
CF	Cuadrado femoral
EA	Elevador del ano
FIA	Fosa isquioanal
GM	Glúteo mayor
HIG	Hendidura interglútea
HP	Hueso del pubis
LM	Labio mayor
Mp	Membrana perineal
MP	Monte del pubis
Oe	Obturador externo
Oi	Obturador interno
PC	Pilar del clítoris
Pec	Pectíneo
R	Recto
RIP	Rama isquiopubiana
SP	Sínfisis del pubis
TI	Tuberosidad isquiática
U	Uretra
V	Vagina
Ve	Vestíbulo vaginal
VF	Vena femoral


LM
LM
PC
Ad
Ad
U
V
RIP
Mp
Oi
Oi
CF
CF
TI
FIA
CA
FIA
TI
GM
GM
LM
LM
LM
LM
Pec
Ad
Ad
Oe
Ve
Mp
RIP
CF
TI
FIA
A
GM
GM
HIG

(G) Sección anatómica transversal

(H) RM transversal

FIGURA 3-73. *(Continuación.)*

CAPÍTULO 4

Dorso

VISIÓN GENERAL DEL DORSO Y LA COLUMNA VERTEBRAL / 440

VÉRTEBRAS / 440

Estructura y función de las vértebras / 440

Características regionales de las vértebras / 443

■ **TABLA 4-1.** Vértebras cervicales / 446

■ **TABLA 4-2.** Vértebras torácicas / 448

■ **TABLA 4-3.** Vértebras lumbares / 450

Osificación de las vértebras / 453

Variaciones en las vértebras / 455

■ **CUADRO AZUL:** **Vértebras.** Osteoporosis del cuerpo vertebral. Laminectomía. Luxación de las vértebras cervicales. Fractura y luxación del atlas. Fractura y luxación del axis. Estenosis espinal lumbar. Costillas cervicales. Anestesia epidural caudal. Lesiones del cóccix. Fusión anormal de las vértebras. Efecto del envejecimiento sobre las vértebras. Anomalías de las vértebras / 456

COLUMNA VERTEBRAL / 464

Articulaciones de la columna vertebral / 464

Movimientos de la columna vertebral / 470

Curvaturas de la columna vertebral / 470

Vascularización de la columna vertebral / 472

Nervios de la columna vertebral / 473

■ **CUADRO AZUL:** **Columna vertebral.** Envejecimiento de los discos intervertebrales. Hernia del núcleo pulposo. Fractura del diente del axis. Rotura del ligamento transverso del atlas. Rotura de los ligamentos alares. Fracturas y luxaciones de las vértebras. Traumatismos y patología de las articulaciones cigapofisarias. Dorsalgia (dolor de espalda). Curvaturas anormales de la columna vertebral / 474

MÚSCULOS DEL DORSO / 482

Músculos extrínsecos del dorso / 482

Músculos intrínsecos del dorso / 482

■ **TABLA 4-4.** Capa superficial de los músculos intrínsecos del dorso / 485

■ **TABLA 4-5.** Capa intermedia de los músculos intrínsecos del dorso / 486

■ **TABLA 4-6.** Capas profundas de los músculos intrínsecos del dorso / 489

■ **TABLA 4-7.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales cervicales / 490

■ **TABLA 4-8.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales torácicas y lumbares / 491

Anatomía de superficie de los músculos del dorso / 492

Músculos suboccipitales y profundos del cuello / 492

■ **TABLA 4-9.** Músculos suboccipitales y triángulo suboccipital / 493

■ **TABLA 4-10.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones atlantooccipitales / 494

■ **TABLA 4-11.** Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones atlantoaxiales / 494

■ **TABLA 4-12.** Nervios de la región cervical posterior, incluidos los de la región/triángulos suboccipitales / 495

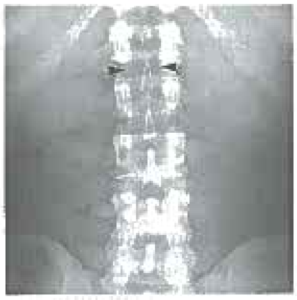
■ **CUADRO AZUL:** **Músculos del dorso.** Distensiones y esguinces. Disminución del riego sanguíneo del tronco del encéfalo / 495

CONTENIDO DEL CONDUCTO VERTEBRAL / 496

Médula espinal / 496

Raíces de los nervios espinales / 496

■ **TABLA 4-13.** Numeración de los nervios espinales y las vértebras / 498



Meninges espinales y líquido cefalorraquídeo / 498

TABLA 4-14. Espacios asociados con las meninges espinales / 501

Vascularización de la médula espinal y de las raíces de los nervios espinales / 501

CUADRO AZUL: **Contenido del conducto vertebral.** Compresión de las raíces de los nervios espinales lumbares. Mielografía. Desarrollo de las meninges y del espacio subaracnoideo. Punción lumbar. Anestesia espinal. Anestesia (bloqueo) epidural. Isquemia de la médula espinal. Lesiones de la médula espinal / 505

VISIÓN GENERAL DEL DORSO Y LA COLUMNA VERTEBRAL

El **dorso** (espalda) comprende la cara posterior del tronco, por debajo del cuello y por encima de las nalgas. Es la zona donde están adosados la cabeza, el cuello y los miembros. El dorso incluye:

- Piel y tejido celular subcutáneo.
- Músculos: una capa superficial que está encargada principalmente de posicionar y movilizar los miembros superiores; y las capas profundas («verdaderos músculos del dorso»), que intervienen específicamente en la movilidad o el mantenimiento de la posición del esqueleto axial (postura).
- Columna vertebral: vértebras, discos intervertebrales y ligamentos relacionados (fig. 4-1).
- Costillas (en la región torácica): particularmente sus porciones posteriores, medialmente en relación con los ángulos costales.
- Médula espinal y meninges (las membranas que recubren la médula espinal).
- Diversos nervios y vasos segmentarios.

Debido a su estrecha relación con el tronco, en este capítulo se describen también la parte posterior del cuello, los músculos cervicales posteriores y profundos, y las vértebras cervicales. Las escápulas, aunque situadas también en el dorso, forman parte del esqueleto apendicular y se incluyen en la descripción de los miembros superiores (v. cap. 6).

Es preferible que el estudio de los tejidos blandos del dorso vaya precedido por el examen de las *vértebras* y los *discos intervertebrales* fibrocartilaginosos situados entre los cuerpos de las vértebras adyacentes. Las vértebras y los discos intervertebrales forman en conjunto la **columna vertebral.** Los componentes óseos del cuello y del dorso constituyen la parte principal del **esqueleto axial** (es decir, los huesos articulados del cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón) (fig. 4-1D). La columna vertebral se extiende desde el cráneo hasta el vértice del cóccix. En el adulto tiene una longitud de 72-75 cm; aproximadamente una cuarta parte de dicha longitud está formada por los discos intervertebrales, que separan y conectan las vértebras entre sí. La columna vertebral:

- Protege la médula espinal y los nervios espinales.
- Soporta el peso del cuerpo sobre el nivel de la pelvis.
- Proporciona un eje, parcialmente rígido y flexible, para el cuerpo; y una base sobre la cual se sitúa y gira la cabeza.
- Desempeña un importante papel en la postura y la *locomoción* (el desplazamiento de un lugar a otro).

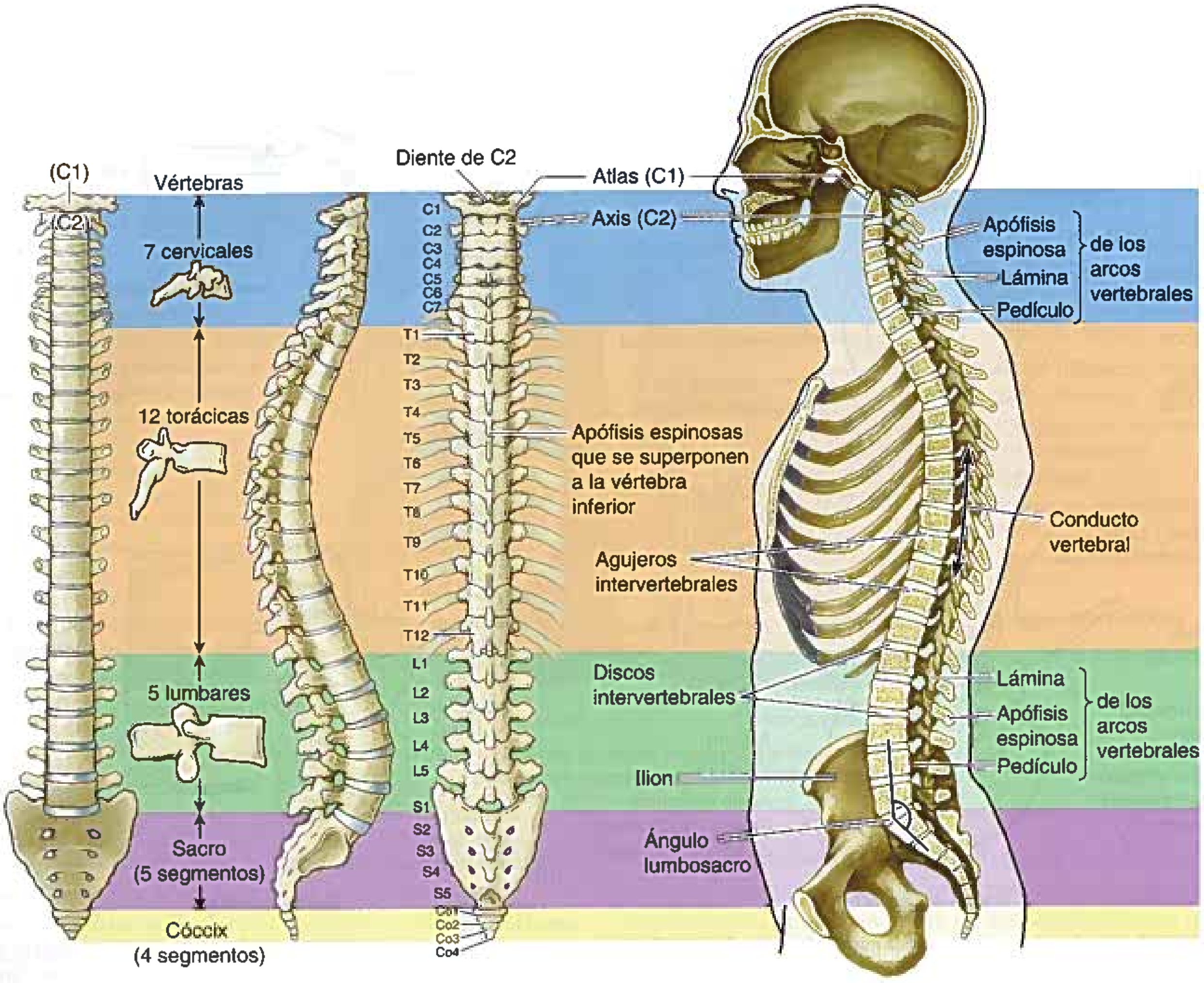
VÉRTEBRAS

La columna vertebral del adulto consta típicamente de 33 vértebras, distribuidas en 5 regiones: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coccígeas (fig. 4-1A a D). Solamente se producen movimientos significativos entre las 25 vértebras superiores. De las 9 vértebras inferiores, las 5 vértebras sacras están fusionadas en el adulto para formar el *sacro*, y después de los 30 años de edad aproximadamente, las 4 vértebras coccígeas se fusionan para constituir el *cóccix*. El **ángulo lumbosacro** se forma en la unión de los ejes largos de la región lumbar de la columna vertebral y el sacro (fig. 4-1D). Las vértebras aumentan gradualmente de tamaño a medida que la columna vertebral desciende hacia el sacro, y luego dicho tamaño va disminuyendo progresivamente hacia la punta del cóccix (fig. 4-1A a D). Estos cambios de tamaño están relacionados con el hecho de que las vértebras soportan cuantías crecientes del peso corporal a medida que se desciende en la columna vertebral. Las vértebras alcanzan su máximo tamaño inmediatamente por encima del sacro, que transmite el peso a la cintura pélvica a nivel de las articulaciones sacroilíacas.

La columna vertebral es flexible porque está formada por muchos huesos relativamente pequeños, las **vértebras,** que están separadas entre sí por discos intervertebrales resistentes (fig. 4-2). Las 25 vértebras cervicales, torácicas, lumbares y primera sacra también se unen mediante las *articulaciones cigapofisarias* sinoviales (fig. 4-2D), que facilitan y controlan la flexibilidad de la columna vertebral. Aunque la movilidad entre dos vértebras adyacentes es escasa, al sumarse la debida a las vértebras y a los discos intervertebrales que las unen se forma una columna vertebral flexible, aunque rígida, que protege la médula espinal a la que circunda.

Estructura y función de las vértebras

Las vértebras varían en su tamaño y otras características de una región de la columna vertebral a otra, y en menor grado dentro de cada región, aunque su estructura básica es la misma. Una *vértebra*


(C1)
(C2)
Vértebras
7 cervicales
12 torácicas
5 lumbares
Sacro
(5 segmentos)
Cóccix
(4 segmentos)
Diente de C2
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Co1
Co2
Co3
Co4
Atlas (C1)
Axis (C2)
Apófisis espinosas que se superponen a la vértebra inferior
Agujeros intervertebrales
Discos intervertebrales
Ilion
Ángulo lumbosacro
Apófisis espinosa
Lámina
Pedículo
de los arcos vertebrales
Conducto vertebral
Lámina
Apófisis espinosa
Pedículo
de los arcos vertebrales

(A) **Vista anterior**
(B) **Vista lateral derecha**
(C) **Vista posterior con los extremos vertebrales de las costillas**
(D) **Vista medial desde la izquierda: columna seccionada, con las costillas, el cráneo y la pelvis**

FIGURA 4-1. Columna vertebral y sus cinco regiones. Las vértebras de (A y B) son típicas de cada una de las tres regiones móviles. La columna continua formada por los cuerpos vertebrales y los discos intervertebrales, que soporta el peso, aumenta de tamaño a medida que se desciende. En la visión posterior **(C)** se incluyen los extremos vertebrales de las costillas, que representan el componente óseo del dorso. En **(D)**, la sección de la columna vertebral pone de manifiesto el conducto vertebral. Los agujeros intervertebrales, que también se muestran en **(B)**, son orificios en la pared lateral del conducto vertebral, a través de los cuales salen los nervios espinales.

típica (fig. 4-2) se compone de un cuerpo vertebral, un arco vertebral y siete apófisis[1].

El **cuerpo vertebral** es la parte anterior, más masiva y aproximadamente cilíndrica, del hueso, que aporta fortaleza a la columna vertebral y soporta el peso del cuerpo. El tamaño de los cuerpos vertebrales va aumentando a medida que se desciende por la columna, sobre todo desde T4 hacia abajo, ya que cada uno soporta una cuantía progresivamente creciente del peso corporal.

El cuerpo vertebral se compone de hueso vascular trabecular (esponjoso, reticulado), rodeado por una delgada capa externa de hueso compacto (fig. 4-3). El hueso trabecular es una trama de trabéculas principalmente altas y verticales, entremezcladas con otras cortas y horizontales. Los espacios intertrabeculares están ocupados por médula ósea roja, que es uno de los tejidos hematopoyéticos (formadores de sangre) más activos del individuo maduro. Uno o más orificios grandes situados en la superficie posterior del cuerpo vertebral están ocupados por las venas basivertebrales, que drenan la médula ósea (v. fig. 4-26).

En el sujeto vivo, la mayor parte de las caras superior e inferior del cuerpo vertebral están revestidas por discos de cartílago hialino («cartílagos de crecimiento» vertebrales), que son restos del molde cartilaginoso a partir del cual se desarrolla el hueso. En las muestras óseas desecadas de laboratorio y de los museos, este cartílago se halla ausente y el hueso expuesto aparece esponjoso, excepto en la periferia, donde un **reborde epifisario,** o anillo de hueso liso,

---

[1] En la actualidad, los términos *cuerpo vertebral* y *centrum*, y los términos *arco vertebral* y *arco neural* se utilizan a menudo erróneamente como sinónimos. Sin embargo, en ambos casos el primer término es de anatomía macroscópica y se aplica a partes de las vértebras adultas, y el segundo es un término embriológico que se refiere a partes de una vértebra en desarrollo que se osifica desde los centros primarios. El cuerpo vertebral incluye el centrum y parte del arco neural; por lo tanto, el arco vertebral es menos extenso que el arco neural, y el centrum es menos extenso que el cuerpo vertebral (O'Rahilly, 1986; Standring, 2005).

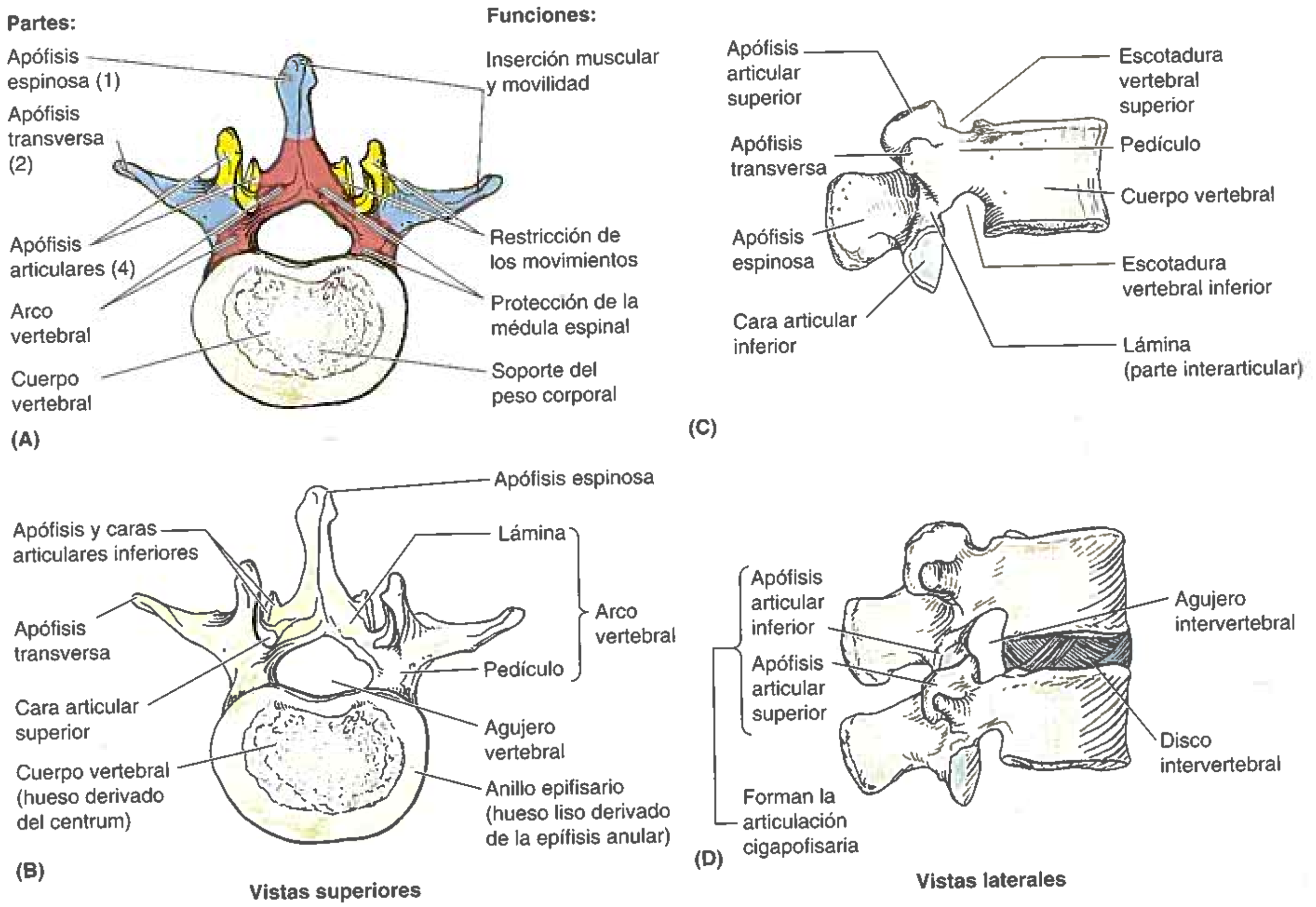

Partes:
Apófisis espinosa (1)
Apófisis transversa (2)
Apófisis articulares (4)
Arco vertebral
Cuerpo vertebral
(A)
Funciones:
Inserción muscular y movilidad
Restricción de los movimientos
Protección de la médula espinal
Soporte del peso corporal
Apófisis articular superior
Apófisis transversa
Apófisis espinosa
Cara articular inferior
Escotadura vertebral superior
Pedículo
Cuerpo vertebral
Escotadura vertebral inferior
Lámina (parte interarticular)
(C)
Apófisis espinosa
Apófisis y caras articulares inferiores
Lámina
Arco vertebral
Apófisis transversa
Pedículo
Cara articular superior
Agujero vertebral
Cuerpo vertebral (hueso derivado del centrum)
Anillo epifisario (hueso liso derivado de la epífisis anular)
(B)
Vistas superiores
Apófisis articular inferior
Apófisis articular superior
Forman la articulación cigapofisaria
Agujero intervertebral
Disco intervertebral
(D)
Vistas laterales

FIGURA 4-2. Vértebra típica, representada por la 2.ª vértebra lumbar. A. Los componentes funcionales son el cuerpo vertebral *(color hueso)*, un arco vertebral *(rojo)* y siete apófisis: tres para inserciones musculares y apalancamiento *(azul)* y cuatro que participan en las articulaciones sinoviales con las vértebras adyacentes *(amarillo)*. **B y C.** Se exponen las formaciones óseas de las vértebras. El agujero vertebral está limitado por el arco y el cuerpo vertebral. Una pequeña escotadura vertebral superior y otra inferior de mayor tamaño flanquean el pedículo. **D.** Las escotaduras superior e inferior de las vértebras adyacentes, más el disco intervertebral que las une, constituyen el agujero intervertebral para el paso del nervio espinal y sus vasos acompañantes. Cada apófisis articular posee una cara articular, que está en contacto con las caras articulares de las vértebras adyacentes (**B** a **D**).

derivado de una *epífisis anular*, se fusiona con el cuerpo vertebral (fig. 4-2B).

Además de servir como zonas de crecimiento, las epífisis anulares y sus restos cartilaginosos aportan alguna protección a los cuerpos vertebrales y permiten una cierta difusión de líquido entre el disco intervertebral y los vasos sanguíneos (capilares) en el cuerpo vertebral (v. fig. 4-26). Las epífisis superior e inferior suelen unirse con el **centrum**, el centro de osificación primario de la masa central del cuerpo vertebral (fig. 4-2B), en el adulto joven (a los 25 años aproximadamente) (v. «Osificación de las vértebras», p. 453).

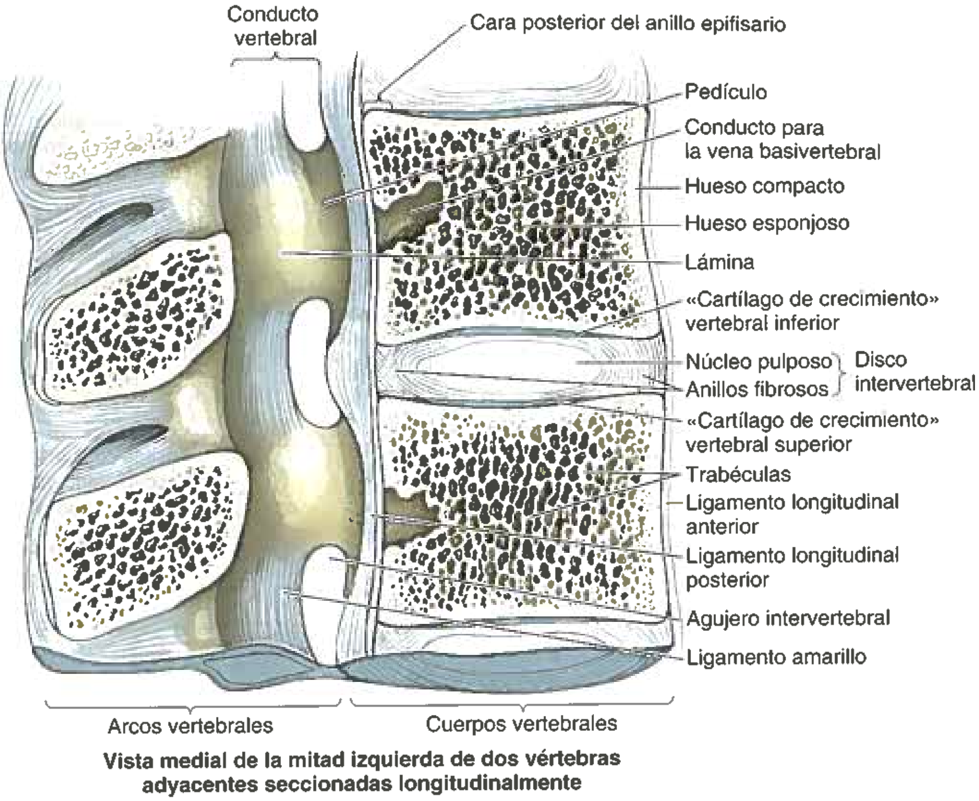
El **arco vertebral** se halla por detrás del cuerpo vertebral y está formado por dos (derecho e izquierdo) pedículos y láminas (fig. 4-2A y C). Los **pedículos** son apófisis cilíndricas, cortas y robustas, que se proyectan hacia atrás a partir del cuerpo vertebral y se reúnen para constituir dos láminas óseas planas y delgadas denominadas **láminas**, que confluyen en la línea media. El arco vertebral y la cara posterior del cuerpo vertebral forman las paredes del **agujero vertebral** (fig. 4-2A y B). La sucesión de agujeros vertebrales en la columna vertebral articulada constituye el **conducto vertebral** (conducto espinal o raquídeo), que contiene la médula espinal y las raíces de los nervios espinales que surgen a partir de ella, junto con las membranas (meninges), tejido adiposo y vasos que la rodean y la sirven (figs. 4-1D y 4-3) (v. el cuadro azul «Laminectomía», p. 457).

Las **escotaduras vertebrales** son muescas que se aprecian en las vistas laterales de las vértebras, en las partes superior e inferior de cada pedículo, entre las apófisis articulares superior e inferior posteriormente, y las correspondientes proyecciones del cuerpo vertebral anteriormente (fig. 4-2C). Las escotaduras vertebrales superior e inferior de las vértebras adyacentes y los discos intervertebrales que las conectan forman los **agujeros intervertebrales** (fig. 4-2D), donde se localizan los ganglios sensitivos de los nervios espinales (raíz posterior) y a través de los cuales surgen los nervios espinales de la columna vertebral, con sus vasos acompañantes (v. fig. 4-27).

Siete apófisis surgen del arco vertebral en una vértebra típica (fig. 4-2A a C):

- Una **apófisis espinosa** media se proyecta hacia atrás (y habitualmente hacia abajo, con solapamiento de la vértebra inferior) desde el arco vertebral, en la unión de las láminas.

FIGURA 4-3. Aspectos internos de los cuerpos y el conducto vertebrales. Los cuerpos vertebrales constan principalmente de hueso esponjoso —con trabéculas de sostén verticales altas unidas por otras horizontales cortas— recubierto por una capa relativamente delgada de hueso compacto. Los «cartílagos de crecimiento» hialinos cubren las caras superior e inferior de los cuerpos vertebrales, rodeados por anillos epifisarios óseos lisos. El ligamento longitudinal posterior, que cubre la cara posterior de los cuerpos vertebrales y une los discos intervertebrales, forma la parte anterior del conducto vertebral. Las caras lateral y posterior del conducto vertebral están formadas por los arcos vertebrales (pedículos y láminas) que se alternan con los agujeros intervertebrales y los ligamentos amarillos.


Conducto vertebral
Cara posterior del anillo epifisario
Pedículo
Conducto para la vena basivertebral
Hueso compacto
Hueso esponjoso
Lámina
«Cartílago de crecimiento» vertebral inferior
Núcleo pulposo
Anillos fibrosos
Disco intervertebral
«Cartílago de crecimiento» vertebral superior
Trabéculas
Ligamento longitudinal anterior
Ligamento longitudinal posterior
Agujero intervertebral
Ligamento amarillo
Arcos vertebrales
Cuerpos vertebrales
Vista medial de la mitad izquierda de dos vértebras adyacentes seccionadas longitudinalmente

- Dos **apófisis transversas** se proyectan posterolateralmente desde las uniones de los pedículos y las láminas.
- Cuatro **apófisis articulares** (*cigapófisis*) —dos **superiores** y dos **inferiores**— se originan también en las uniones de los pedículos y las láminas; cada una de ellas posee una **superficie (cara) articular.**

Las apófisis espinosas y transversas proporcionan inserción a los músculos profundos del dorso, ejercen la función de palancas y facilitan la acción de los músculos que fijan o modifican la posición de las vértebras.

Las apófisis articulares se hallan en aposición con las apófisis correspondientes de las vértebras adyacentes (superior e inferior), lo que constituye las *articulaciones cigapofisarias* (fig. 4-2D). Mediante su participación en estas articulaciones, dichas apófisis determinan los tipos de movimientos permitidos y restringidos entre las vértebras adyacentes de cada región.

Las apófisis articulares también ayudan a mantener alineadas las vértebras adyacentes; particularmente, impiden que una vértebra se deslice hacia delante sobre la vértebra inferior. Generalmente, las apófisis articulares soportan el peso sólo temporalmente, como cuando uno se endereza desde una posición flexionada, y unilateralmente cuando las vértebras cervicales se flexionan lateralmente hasta su límite. En cambio, las apófisis articulares inferiores de la vértebra L5 soportan el peso incluso en posición erecta.

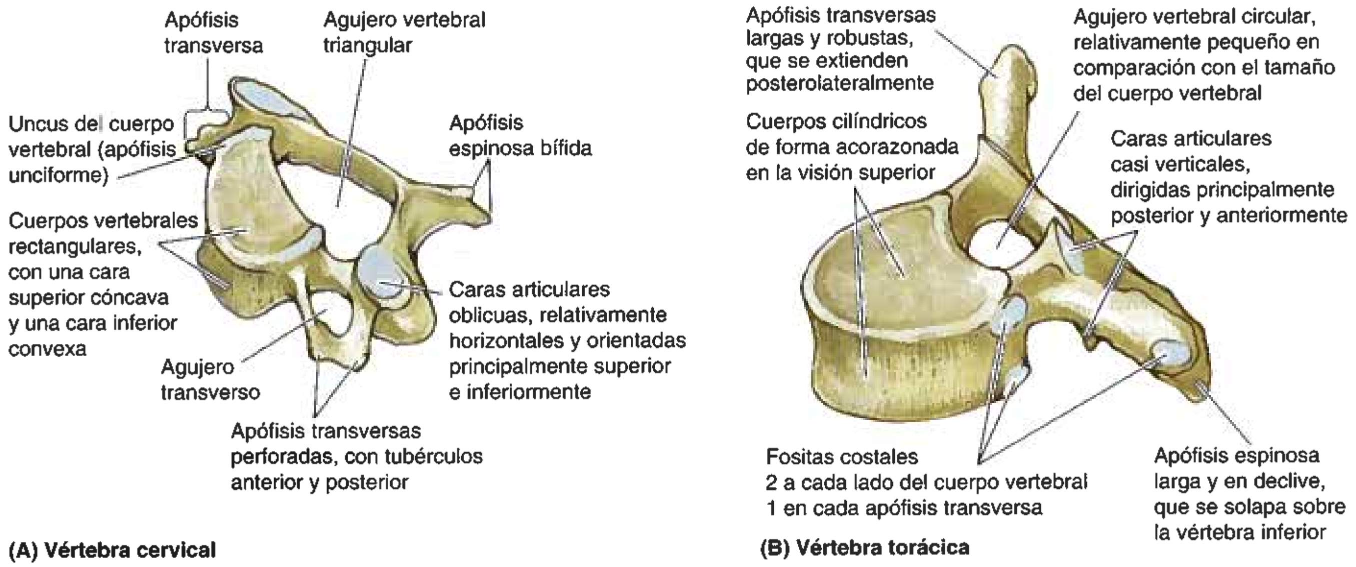
Características regionales de las vértebras

Cada una de las 33 vértebras es única. Sin embargo, la mayoría posee rasgos característicos que las identifica como pertenecientes a una de las cinco regiones de la columna vertebral (p. ej., las vértebras que poseen agujeros en sus apófisis transversas son de la región cervical (fig. 4-4). Además, ciertas vértebras tienen características distintivas; por ejemplo, C7 posee la apófisis espinosa más larga, que forma una prominencia bajo la piel de la parte posterior del cuello, especialmente cuando se flexiona (v. fig. 4-8).

En cada región, las caras articulares están orientadas sobre las apófisis articulares en una dirección característica, que determina el tipo de movimientos permitidos entre las vértebras adyacentes y en el conjunto de la región. Por ejemplo, las caras articulares de las vértebras torácicas son casi verticales, y conjuntamente definen un arco centrado en el disco intervertebral; esta disposición permite la rotación y la flexión lateral de la columna vertebral en esta región (v. fig. 4-7). Las variaciones regionales en el tamaño y la forma del conducto vertebral acomodan los diversos grosores de la médula espinal (fig. 4-1D).

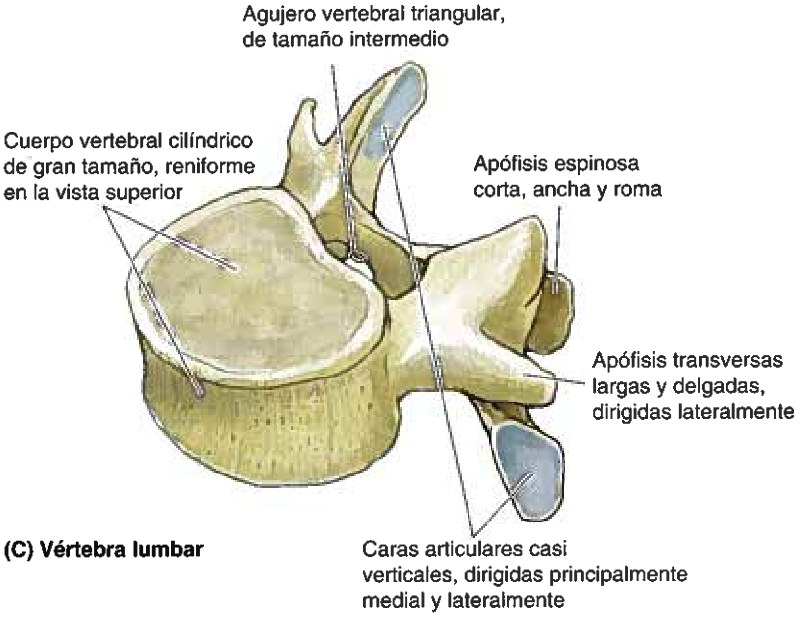
VÉRTEBRAS CERVICALES

Las **vértebras cervicales** forman el esqueleto del cuello (fig. 4-1). Son las más pequeñas de las 24 vértebras móviles y están localizadas entre el cráneo y las vértebras torácicas. Su menor tamaño refleja el hecho de que soportan menos peso que las vértebras inferiores, cuyo tamaño es mayor. Aunque los discos intervertebrales cervicales son más delgados que los de las regiones inferiores, son relativamente gruesos en comparación con el tamaño de los cuerpos vertebrales que unen. El grosor relativo de los discos, la orientación casi horizontal de las caras articulares y la escasa cuantía de la masa corporal circundante permiten que la región cervical posea la gama más extensa y variada de movimientos de todas las regiones vertebrales.


Apófisis transversa
Agujero vertebral triangular
Uncus del cuerpo vertebral (apófisis unciforme)
Apófisis espinosa bífida
Cuerpos vertebrales rectangulares, con una cara superior cóncava y una cara inferior convexa
Caras articulares oblicuas, relativamente horizontales y orientadas principalmente superior e inferiormente
Agujero transverso
Apófisis transversas perforadas, con tubérculos anterior y posterior
Apófisis transversas largas y robustas, que se extienden posterolateralmente
Agujero vertebral circular, relativamente pequeño en comparación con el tamaño del cuerpo vertebral
Cuerpos cilíndricos de forma acorazonada en la visión superior
Caras articulares casi verticales, dirigidas principalmente posterior y anteriormente
Fositas costales
2 a cada lado del cuerpo vertebral
1 en cada apófisis transversa
Apófisis espinosa larga y en declive, que se solapa sobre la vértebra inferior

(A) Vértebra cervical

(B) Vértebra torácica


Agujero vertebral triangular, de tamaño intermedio
Cuerpo vertebral cilíndrico de gran tamaño, reniforme en la vista superior
Apófisis espinosa corta, ancha y roma
Apófisis transversas largas y delgadas, dirigidas lateralmente
Caras articulares casi verticales, dirigidas principalmente medial y lateralmente

(C) Vértebra lumbar

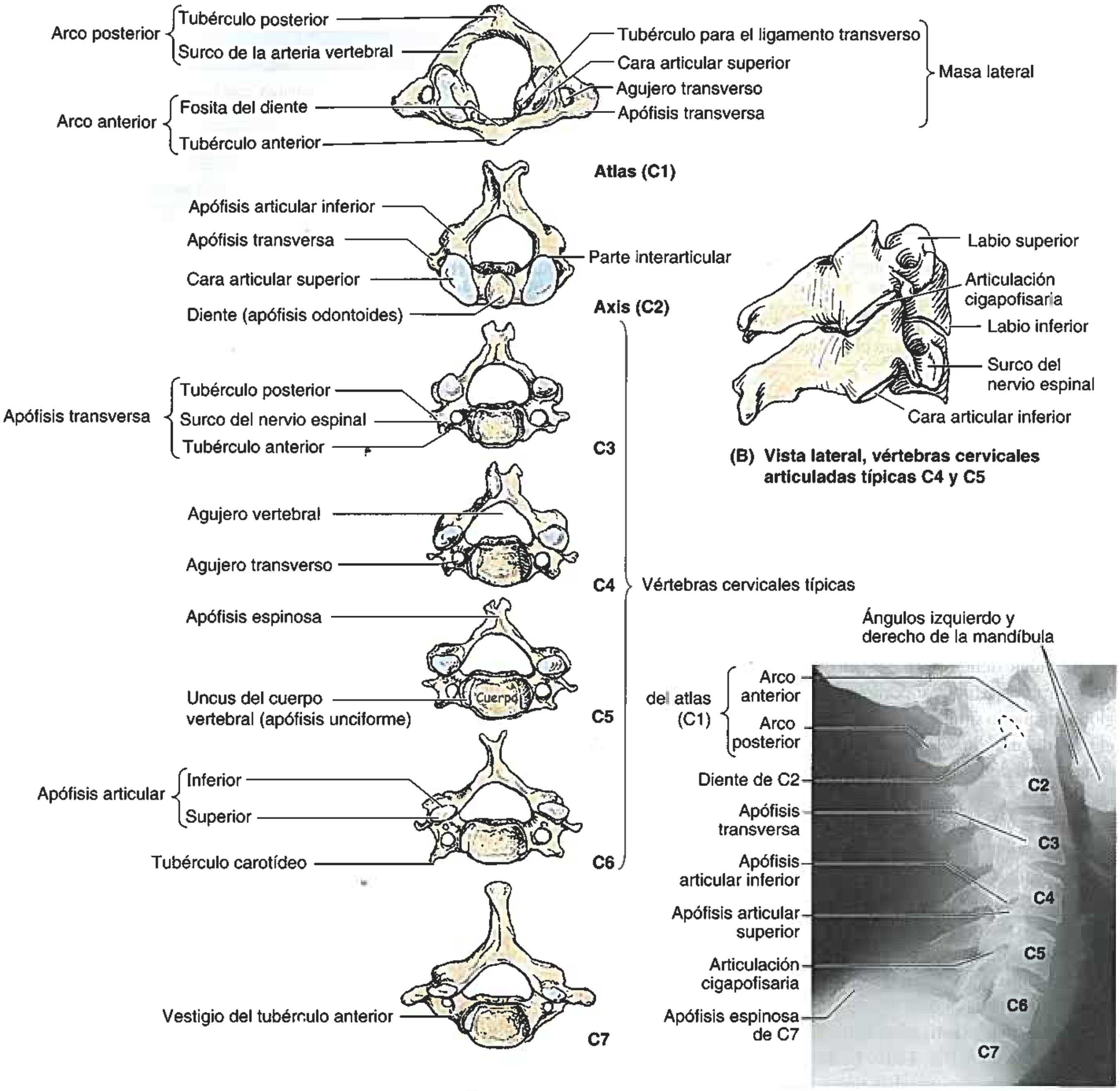
Vista anterosuperior oblicua izquierda de las vértebras presacras «típicas»

FIGURA 4-4. Comparación de las vértebras presacras. A medida que se desciende por la columna vertebral, los cuerpos vertebrales aumentan de tamaño, en relación con la carga del peso corporal que han de soportar. El tamaño del conducto vertebral varía en función del diámetro de la médula espinal.

Las características distintivas de las vértebras cervicales se ilustran en las figuras 4-4A y 4-5, y se describen en la tabla 4-1. Su rasgo más peculiar es el **agujero transvero** oval en las *apófisis transversas*. Las arterias vertebrales y sus venas acompañantes atraviesan dichos agujeros excepto en C7, que transmite sólo pequeñas venas accesorias. Por lo tanto, en dicha vértebra los agujeros son más pequeños que en las otras vértebras cervicales, y a veces ni existen.

Las apófisis transversas de las vértebras cervicales finalizan lateralmente en dos proyecciones: un **tubérculo anterior** y un **tubérculo posterior.** Estos tubérculos proporcionan inserción a un grupo lateral de músculos cervicales (*elevador de la escápula* y *escalenos*). Los ramos anteriores de los nervios espinales cervicales cursan inicialmente sobre las apófisis transversas en los **surcos para los nervios espinales,** situados entre los tubérculos(fig. 4-5A y B). Los tubérculos anteriores de C6 se denominan **tubérculos carotídeos** (fig. 4-5A). Las arterias carótidas comunes pueden comprimirse a este nivel, en el surco entre el tubérculo y el cuerpo vertebral, para controlar la hemorragia procedente de estos vasos. Sin embargo, la hemorragia puede continuar, aunque a un ritmo menor, debido a la existencia de múltiples anastomosis de las ramas carotídeas distales con las ramas adyacentes y contralaterales.

Las vértebras C3-7 son las vértebras cervicales típicas (figuras 4-4A y 4-5A; tabla 4-1). Sus agujeros vertebrales son grandes para acomodar la *intumescencia cervical de la médula espinal*, por


Arco posterior
Tubérculo posterior
Surco de la arteria vertebral
Arco anterior
Fosita del diente
Tubérculo anterior
Tubérculo para el ligamento transverso
Cara articular superior
Agujero transverso
Apófisis transversa
Masa lateral
Atlas (C1)
Apófisis articular inferior
Apófisis transversa
Cara articular superior
Diente (apófisis odontoides)
Parte interarticular
Axis (C2)
Apófisis transversa
Tubérculo posterior
Surco del nervio espinal
Tubérculo anterior
C3
Agujero vertebral
Agujero transverso
C4
Vértebras cervicales típicas
Apófisis espinosa
Uncus del cuerpo vertebral (apófisis unciforme)
Cuerpo
C5
Apófisis articular
Inferior
Superior
Tubérculo carotídeo
C6
Vestigio del tubérculo anterior
C7
Labio superior
Articulación cigapofisaria
Labio inferior
Surco del nervio espinal
Cara articular inferior
Ángulos izquierdo y derecho de la mandíbula
del atlas (C1)
Arco anterior
Arco posterior
Diente de C2
Apófisis transversa
Apófisis articular inferior
Apófisis articular superior
Articulación cigapofisaria
Apófisis espinosa de C7
C2
C3
C4
C5
C6
C7

(B) Vista lateral, vértebras cervicales articuladas típicas C4 y C5

(A) Vista superior, vértebras C1-7

(C) Radiografía lateral, vértebras C1-7

FIGURA 4-5. Vértebras cervicales. A. Las vértebras C1, C2 y C3 son atípicas. **B.** Las caras superior e inferior de los cuerpos vertebrales cervicales son respectivamente convexas y cóncavas. En combinación con la orientación oblicua de las caras articulares, ello facilita la flexión y la extensión, así como la flexión lateral. **C.** El arco anterior del atlas está situado por delante de la línea curva continua formada por las caras anteriores de los cuerpos vertebrales C2-7. (Cortesía del Dr. J. Heslin, Toronto, ON, Canada.)

el papel que desempeña esta región en la inervación de los miembros superiores. Los bordes superiores de los cuerpos vertebrales cervicales, alargados transversalmente, están elevados posteriormente y sobre todo lateralmente, pero se hallan deprimidos anteriormente, lo que les asemeja a un asiento esculpido.

El borde inferior del cuerpo vertebral inmediato superior tiene la forma recíproca. Las vértebras cervicales adyacentes se articulan de tal modo que permiten libremente la flexión y la extensión, y un cierto grado de flexión lateral, pero restringen la rotación. Las caras articulares planas y casi horizontales de las apófisis articulares favorecen también estos movimientos. El margen superolateral elevado es el **uncus** (apófisis unciforme) **del cuerpo vertebral.**

Las apófisis espinosas de las vértebras C3-6 son cortas y usualmente bífidas en las personas de raza blanca, especialmente en el hombre, pero esta morfología no es tan frecuente en los individuos de origen africano y en la mujer (Duray *et al.*, 1999). C7 es una vér-

TABLA 4-1. VÉRTEBRAS CERVICALES[a]

Parte	Características
Cuerpo	Pequeño y más ancho lateralmente que en sentido anteroposterior; cara superior cóncava, con uncus del cuerpo (apófisis unciforme); cara inferior convexa
Agujero vertebral	Grande y triangular
Apófisis transversas	Agujeros transversos y tubérculos anterior y posterior; las arterias vertebrales, así como los plexos venoso y simpático acompañantes, pasan a través de los agujeros transversos de todas las vértebras cervicales, a excepción de C7, que transmite sólo pequeñas venas vertebrales accesorias
Apófisis articulares	Caras superiores dirigidas posterosuperiormente; caras inferiores dirigidas anteroinferiormente; las caras dispuestas oblicuamente son en su mayoría casi horizontales en esta región
Apófisis espinosas	Cortas (C3-5) y bífidas (C3-6); la apófisis de C6 es larga; la de C7 es la más larga (C7 recibe la denominación de «vértebra prominente»)

[a] Las vértebras C1 y C2 son atípicas.

tebra que se caracteriza por una larga apófisis espinosa, que hace prominencia; por este motivo, C7 se denomina **vértebra prominente.** Al deslizar el dedo por la línea media posterior del cuello se percibe el abultamiento de la apófisis espinosa de C7; es la apófisis espinosa más abultada en el 70 % de las personas.

Las dos vértebras cervicales más superiores son atípicas. La **vértebra C1,** también denominada **atlas,** es peculiar porque carece de cuerpo vertebral y de apófisis espinosa (figs. 4-5A y 4-6B). Este hueso anular tiene dos **masas laterales** que cumplen la función del cuerpo vertebral y soportan el peso de un cráneo en forma de globo, de modo similar a Atlas de la mitología griega, que sostenía el peso del mundo sobre sus hombros. Las apófisis transversas del atlas surgen de las masas laterales, por lo cual están situadas más lateralmente que las apófisis transversas de las vértebras más inferiores. Esta característica convierte al atlas en la más ancha de las vértebras cervicales, lo que aumenta la acción de palanca de los músculos allí insertados.

Las **caras articulares superiores** de las masas laterales tienen morfología cóncava reniforme y se articulan con dos grandes protuberancias craneales denominadas **cóndilos occipitales**, situadas a ambos lados del agujero magno (fig. 4-6A). Los **arcos anterior y posterior,** cada uno de ellos con un **tubérculo** en el centro de su cara externa, se extienden entre las masas laterales para formar un completo anillo (fig. 4-6B). El arco posterior, que corresponde a las láminas de una vértebra típica, contiene en su cara superior el amplio **surco de la arteria vertebral.** El nervio C1 también ocupa este surco.

La **vértebra C2,** también denominada **axis,** es la más robusta de las vértebras cervicales (fig. 4-6C y E). C1, que soporta el cráneo, rota sobre C2 (p. ej., cuando una persona gira la cabeza para decir «no»). El axis posee dos grandes superficies planas, las **caras articulares superiores,** sobre las cuales gira el atlas. La característica distintiva de C2 es una apófisis en forma de **diente** (apófisis odontoides), que se proyecta hacia arriba a partir del cuerpo vertebral. Tanto el diente del axis como la médula espinal dentro de sus coberturas (meninges) están rodeados por el atlas. El diente del axis se sitúa inmediatamente anterior a la médula espinal y sirve como pivote en torno al cual se produce la rotación de la cabeza.

El diente del axis se mantiene en su posición, adosado a la cara posterior del arco anterior del atlas, mediante el **ligamento transverso del atlas** (fig. 4-6B). Este ligamento se extiende entre ambas masas laterales del atlas y pasa entre el diente del axis y la médula espinal. De este modo, forma la pared posterior del «túnel» que aloja dicha apófisis, e impide su desplazamiento posterior (horizontal) y el desplazamiento anterior del atlas, que afectarían a la porción del agujero vertebral de C1 que da paso a la médula espinal. C2 posee una apófisis espinosa grande y bífida (fig. 4-6C y D), que puede palparse en la profundidad del *surco nucal*, el surco vertebral superficial en la parte posterior del cuello.

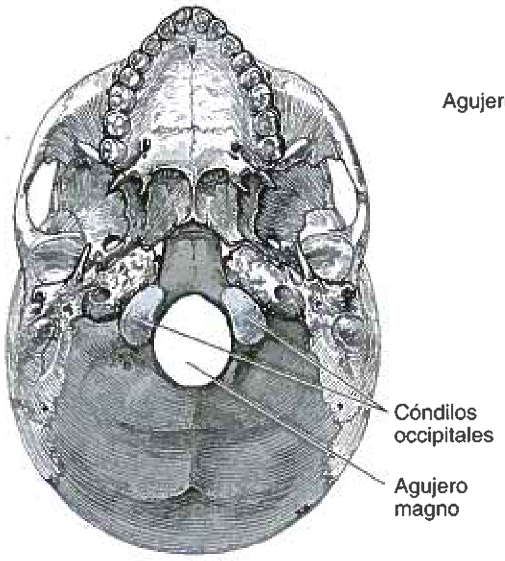
VÉRTEBRAS TORÁCICAS

Las **vértebras torácicas** se hallan en la parte superior del dorso y proporcionan alojamiento a las costillas (fig. 4-1). Así, la característica principal de las vértebras torácicas es la presencia de las **fositas costales** para su articulación con las costillas. Las fositas costales y otros rasgos característicos de las vértebras torácicas se ilustran en las figuras 4-4B y 4-7, y se detallan en la tabla 4-2.

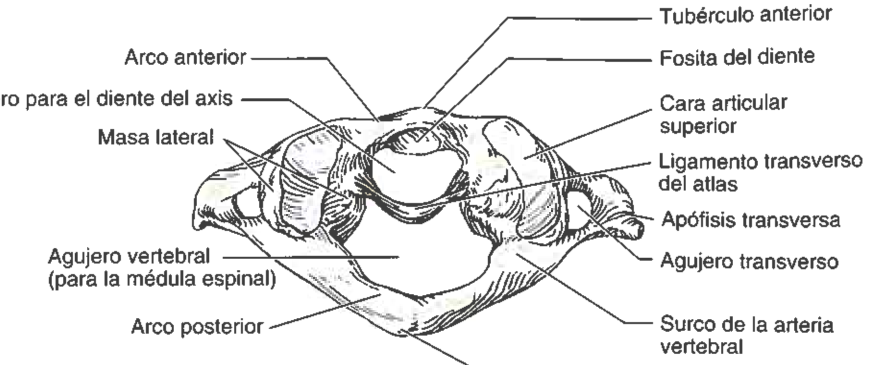
Las cuatro vértebras torácicas medias (T5-8) presentan todas las características típicas de las vértebras torácicas. Sus apófisis articulares se extienden verticalmente, con caras articulares pares orientadas casi coronalmente que definen un arco centrado en el disco intervertebral. Este arco permite la rotación y una cierta flexión lateral de la columna vertebral en esta región. De hecho, el mayor grado de rotación se permite aquí (fig. 4-7A). La unión de la parrilla costal, combinada con la orientación vertical de las caras articulares y el solapamiento de las apófisis espinosas, limitan la flexión y la extensión, así como la flexión lateral.

Las vértebras T1-4 comparten algunas características con las vértebras cervicales. T1 es una vértebra torácica atípica en el sentido de que posee una apófisis espinosa larga y casi horizontal, que puede ser tan prominente como la de C7. T1 posee también una fosita costal completa sobre el borde superior de su cuerpo vertebral, destinada a la 1.ª costilla, y una hemifosita en su borde inferior que contribuye a la superficie articular para la 2.ª costilla.

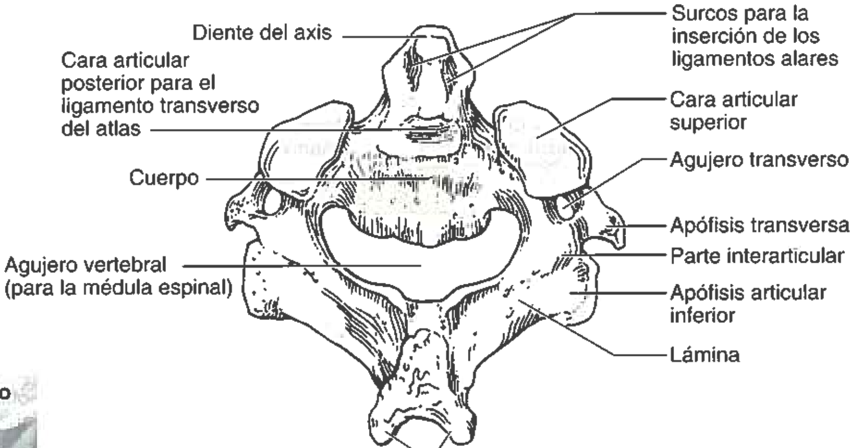
Las vértebras T9-12 presentan algunas características de las vértebras lumbares (p. ej., tubérculos similares a las apófisis acce-


Cóndilos occipitales
Agujero magno

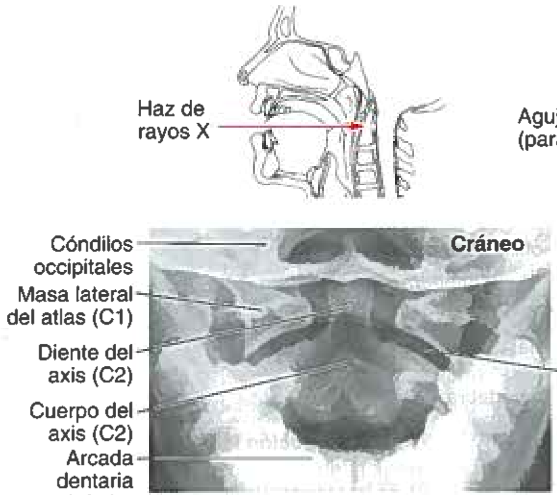
(A) Base externa del cráneo (vista inferior)


Arco anterior
Agujero para el diente del axis
Masa lateral
Agujero vertebral (para la médula espinal)
Arco posterior
Tubérculo anterior
Fosita del diente
Cara articular superior
Ligamento transverso del atlas
Apófisis transversa
Agujero transverso
Surco de la arteria vertebral
Tubérculo posterior

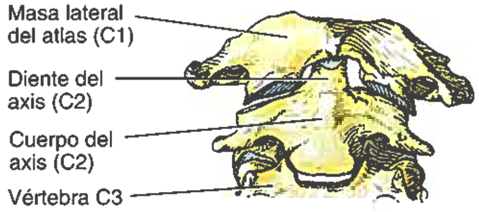
(B) Atlas (vértebra C1), vista superior


Diente del axis
Cara articular posterior para el ligamento transverso del atlas
Cuerpo
Agujero vertebral (para la médula espinal)
Surcos para la inserción de los ligamentos alares
Cara articular superior
Agujero transverso
Apófisis transversa
Parte interarticular
Apófisis articular inferior
Lámina
Apófisis espinosa (bífida)

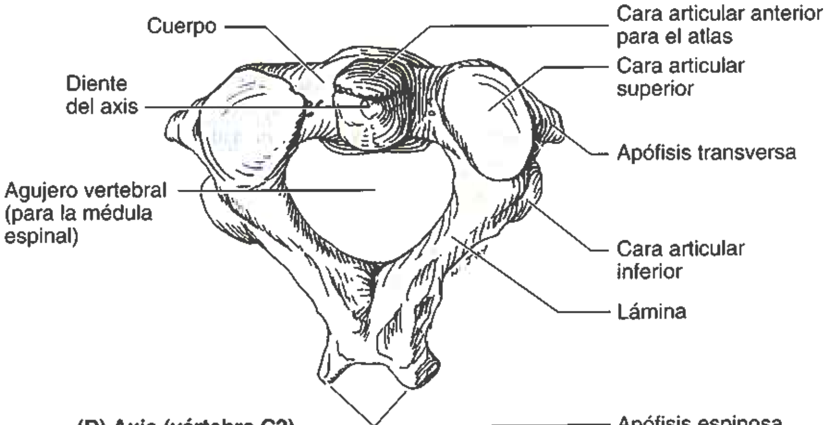
(C) Axis (vértebra C2), vista posterosuperior


Haz de rayos X
Cóndilos occipitales
Cráneo
Masa lateral del atlas (C1)
Diente del axis (C2)
Cuerpo del axis (C2)
Arcada dentaria inferior
Articulación atlantoaxial lateral

Radiografía anteroposterior de C1 y C2 (tomada a través de la boca abierta)

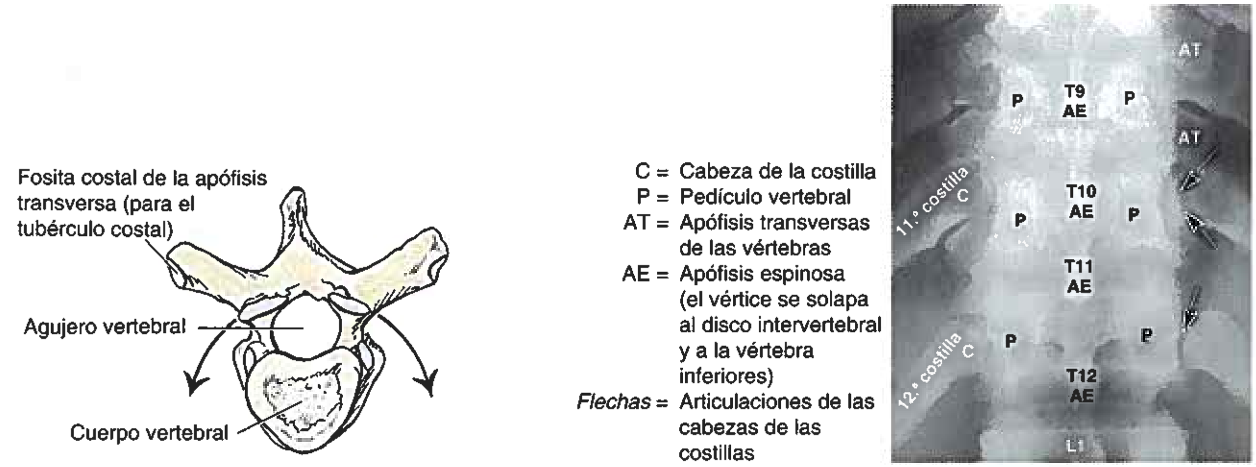

Masa lateral del atlas (C1)
Diente del axis (C2)
Cuerpo del axis (C2)
Vértebra C3
Vista anterior

(E) Articulación de atlas y axis (vértebras C1 y C2) según la visión radiográfica


Cuerpo
Diente del axis
Agujero vertebral (para la médula espinal)
Cara articular anterior para el atlas
Cara articular superior
Apófisis transversa
Cara articular inferior
Lámina
Apófisis espinosa (bífida)

(D) Axis (vértebra C2), vista superior

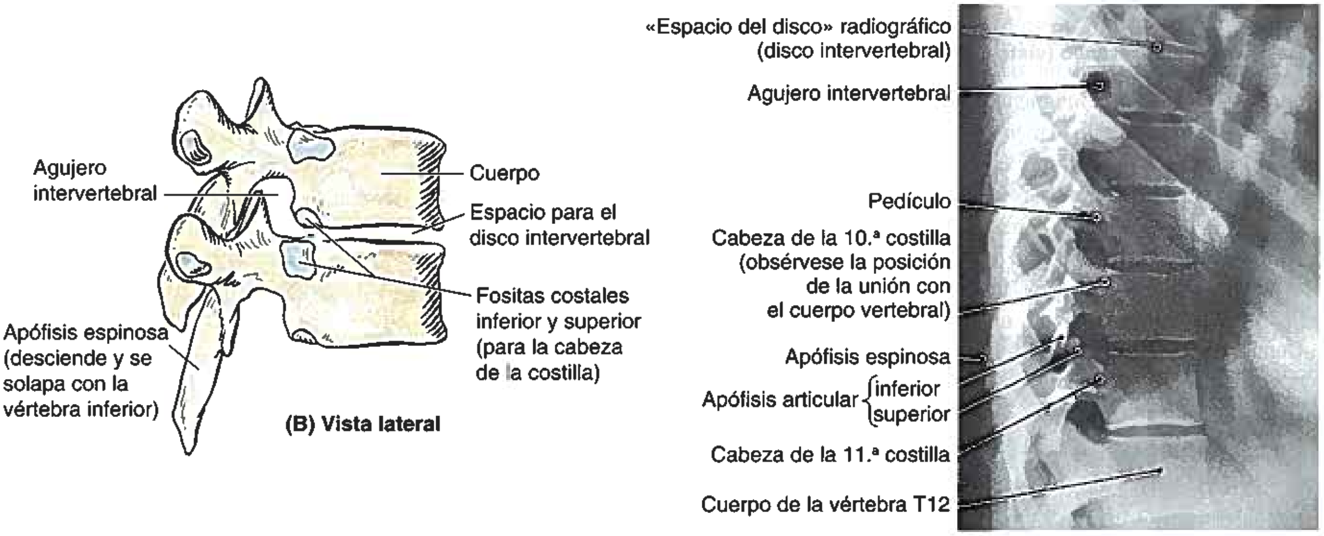
FIGURA 4-6. **Base del cráneo y vértebras C1 y C2. A.** Los cóndilos occipitales se articulan con las caras articulares superiores del atlas (vértebra C1). **B.** El atlas, sobre el cual descansa el cráneo, carece de apófisis espinosa y de cuerpo vertebral. Se compone de dos masas laterales conectadas por los arcos anterior y posterior. **C** y **D.** La apófisis con aspecto de diente caracteriza al axis (vértebra C2) y proporciona un pivote en torno al cual se sitúa el atlas, que soporta el cráneo. Se articula anteriormente con el arco anterior del atlas («fosita del diente» en **B**) y posteriormente con el ligamento transverso del atlas (v. **B**). **E.** Radiografía y esquema de la articulación de atlas y axis. Se observa el diente que se proyecta superiormente a partir del cuerpo del axis, entre las masas laterales del atlas. Como el atlas y el axis están situados por detrás de la mandíbula (fig. 4-5C), el paciente debe abrir la boca al practicar una radiografía en proyección anteroposterior, como se indica en la figura orientativa.


Fosita costal de la apófisis transversa (para el tubérculo costal)
Agujero vertebral
Cuerpo vertebral
T9
AE
P
P
AT
AT
11.ª costilla
C
T10
AE
P
P
T11
AE
12.ª costilla
C
P
P
T12
AE
L1

C = Cabeza de la costilla
P = Pedículo vertebral
AT = Apófisis transversas de las vértebras
AE = Apófisis espinosa (el vértice se solapa al disco intervertebral y a la vértebra inferiores)
Flechas = Articulaciones de las cabezas de las costillas

(A) Vista superior

(C) Proyección radiográfica anteroposterior


Agujero intervertebral
Apófisis espinosa (desciende y se solapa con la vértebra inferior)
Cuerpo
Espacio para el disco intervertebral
Fositas costales inferior y superior (para la cabeza de la costilla)
(B) Vista lateral
«Espacio del disco» radiográfico (disco intervertebral)
Agujero intervertebral
Pedículo
Cabeza de la 10.ª costilla (obsérvese la posición de la unión con el cuerpo vertebral)
Apófisis espinosa
Apófisis articular
inferior
superior
Cabeza de la 11.ª costilla
Cuerpo de la vértebra T12

(D) Proyección lateral derecha

FIGURA 4-7. **Vértebras torácicas.** Vértebras torácicas típicas aisladas **(A)** y articuladas **(B)** (v. también fig. 4-4B). En las radiografías de las vértebras torácicas, las costillas que se articulan con ellas oscurecen las características laterales en la proyección anteroposterior **(C)**, y los componentes del arco vertebral hacen lo propio en la proyección lateral **(D)**. Se observa la uniformidad de los cuerpos vertebrales y los «espacios del disco» radiográficos (causados por la radiotransparencia de los discos intervertebrales).

TABLA 4-2. VÉRTEBRAS TORÁCICAS

Parte	Características
Cuerpo	En forma de corazón; una o dos fositas costales para articularse con la cabeza de la costilla
Agujero vertebral	Circular y de menor tamaño que los de las vértebras cervicales y lumbares (admite la parte distal de un dedo índice de tamaño medio)
Apófisis transversas	Largas y potentes; se extienden posterolateralmente; su longitud va disminuyendo desde T1 a T12 (T1-10 poseen fositas para articularse con el tubérculo costal)
Apófisis articulares	Caras superiores dirigidas posteriormente y ligeramente en sentido lateral; caras inferiores orientadas anteriormente y ligeramente en sentido medial; el plano de las caras articulares se sitúa sobre el arco, centrado en torno al cuerpo vertebral
Apófisis espinosas	Largas; pendiente posteroinferior; el vértice se extiende hasta el nivel del cuerpo vertebral inferior

sorias). También existen apófisis mamilares. Sin embargo, la mayor parte de la transición en las características de las vértebras desde la región torácica a la lumbar ocurre a lo largo de una sola vértebra: T12. Generalmente, su mitad superior tiene carácter torácico, con fositas costales y apófisis articulares que permiten principalmente un movimiento rotatorio, mientras que la mitad inferior es de tipo lumbar, desprovista de fositas costales y con apófisis articulares que sólo permiten la flexión y la extensión. Por consiguiente, la vértebra T12 está sometida a fuerzas de transición que dan lugar a que sea la vértebra que se fractura con más frecuencia.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LAS VÉRTEBRAS CERVICALES Y TORÁCICAS

Habitualmente pueden verse varias de las *apófisis espinosas*, especialmente cuando el dorso está flexionado y las escápulas traccionadas (fig. 4-8A); la mayoría de ellas pueden palparse, incluso en los pacientes obesos, debido a que en general la grasa no se acumula en la línea media.

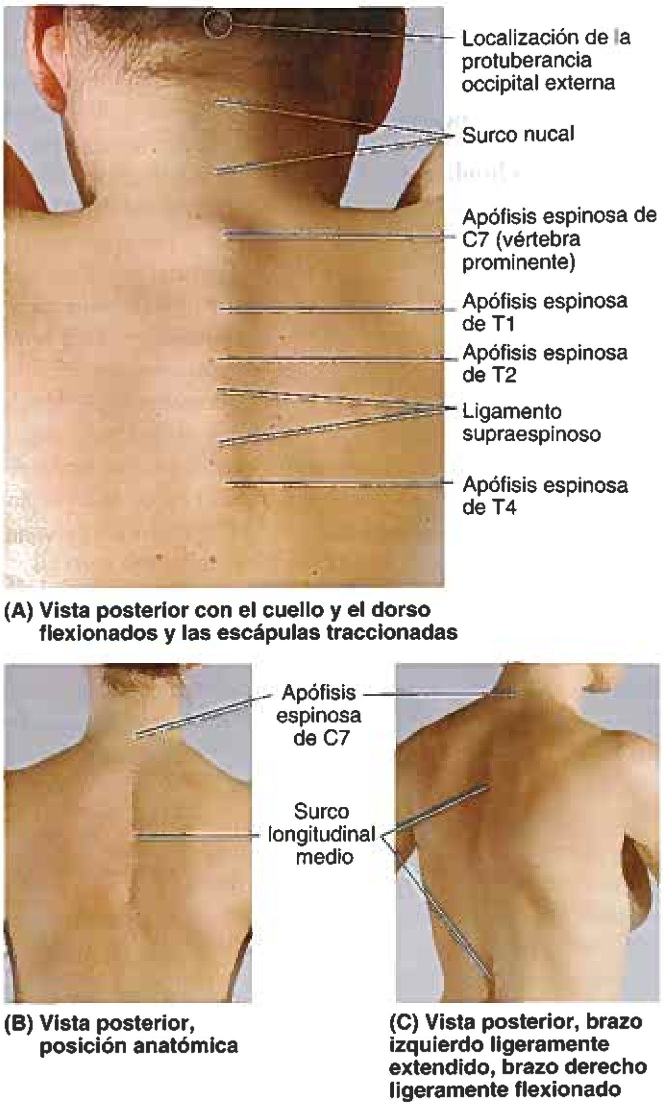
El vértice de la *apófisis espinosa de C7* es el más evidente en la superficie. Con el paciente erguido en bipedestación, a menudo es la única apófisis espinosa visible (fig. 4-8B); de ahí la denominación de *vértebra prominente*. La *apófisis espinosa de C2* puede palparse en la profundidad de la línea media, por debajo de la *protuberancia occipital externa,* una proyección media localizada en la unión de la cabeza y el cuello. C1 carece de apófisis espinosa, y su pequeño tubérculo posterior no es visible ni palpable.

Las cortas apófisis espinosas de las vértebras C3-5 pueden palparse en el **surco nucal,** entre los músculos del cuello. Sin embargo, la palpación no es fácil debido a que la lordosis cervical, cóncava hacia atrás, las coloca profundamente en relación con la superficie, de la cual están separadas además por el ligamento nucal. No obstante, debido a la longitud considerablemente mayor de la *apófisis espinosa de la vértebra C6,* se palpa con facilidad por encima del vértice visible de la apófisis espinosa de C7 con el cuello flexionado.

Al flexionar el cuello y el dorso también pueden verse las *apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores.* En los individuos muy delgados puede verse una cresta continua que une sus vértices: el *ligamento supraespinoso.*

Aunque C7 es la apófisis más superior visible y fácilmente palpable, la apófisis espinosa de T1 puede ser realmente más prominente. Las apófisis espinosas de las otras vértebras torácicas pueden ser visibles en los sujetos delgados, y en otros pueden identificarse por palpación de arriba abajo, a partir de la apófisis espinosa de C7. Los vértices de las *apófisis espinosas torácicas* no indican el nivel de la vértebra correspondiente, pues se solapan a la vértebra inferior y se localizan al nivel de ésta (figs. 4-1D y 4-7B y C).

Si no se flexiona el dorso o no se traccionan las escápulas, los vértices de las apófisis espinosas torácicas se sitúan bajo el **surco longitudinal medio** (fig. 4-8B y C). Los vértices de las apófisis espinosas están alineados normalmente entre sí, incluso aunque la línea colectiva se desvíe ligeramente de la línea media. Un cambio súbito en la alineación de dos apófisis espinosas adyacentes puede indicar la luxación unilateral de una articulación cigapofisaria; sin embargo, una ligera mala alineación irregular puede ser consecuencia de una fractura de la apófisis espinosa. La corta 12.ª costilla, cuyo extremo lateral puede palparse en la línea axilar posterior, puede servir de orientación para identificar la apófisis espinosa de T12.



(A) Vista posterior con el cuello y el dorso flexionados y las escápulas traccionadas

(B) Vista posterior, posición anatómica

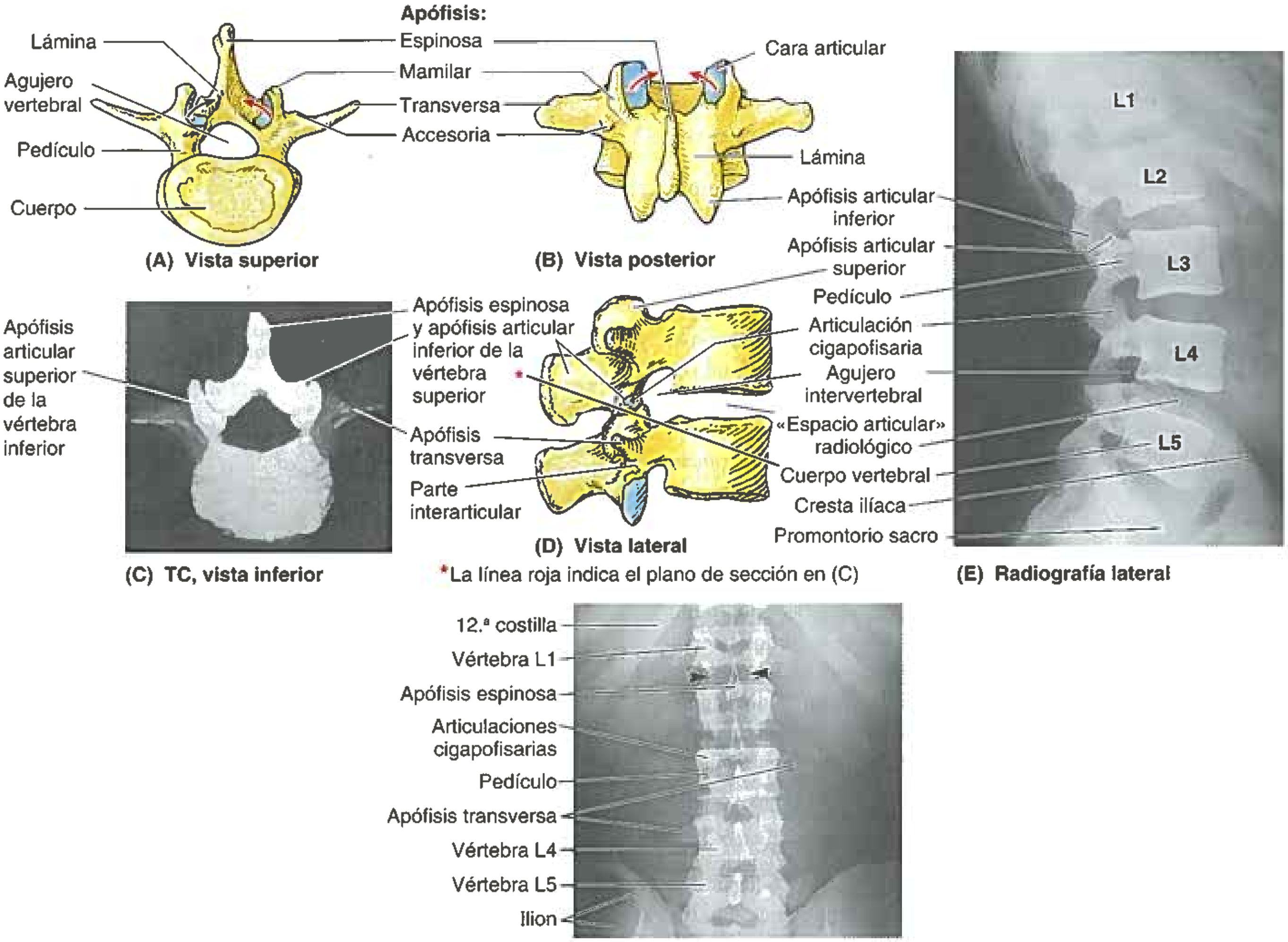
(C) Vista posterior, brazo izquierdo ligeramente extendido, brazo derecho ligeramente flexionado

FIGURA 4-8. Anatomía de superficie de las vértebras cervicales y torácicas. Excepto la apófisis espinosa de la vértebra C7 (vértebra prominente), la visibilidad de las apófisis espinosas depende de la abundancia de tejido subcutáneo y de la posición del dorso, el cuello y los miembros superiores (especialmente la tracción/retracción de las escápulas). Sin embargo, las apófisis espinosas, así como las apófisis transversas torácicas, pueden palparse habitualmente en las líneas media y paravertebral.

Las *apófisis transversas de C1* pueden palparse en profundidad lateralmente entre la *apófisis mastoides* (prominencia del hueso temporal por detrás de la oreja) y el ángulo de la mandíbula. El *tubérculo carotídeo,* tubérculo anterior de la apófisis transversa de C6, puede tener un tamaño suficiente para palparse; la *arteria carótida* está situada por delante. En la mayoría de las personas, las apófisis transversas de las vértebras torácicas pueden palparse a ambos lados de las apófisis espinosas en la región torácica. En los individuos delgados, las costillas pueden palparse desde el tubérculo hasta el ángulo, al menos en la parte inferior del dorso (por debajo de la escápula).

VÉRTEBRAS LUMBARES

Las **vértebras lumbares** se hallan en la parte inferior del dorso, entre el tórax y el sacro (fig. 4-1). Los rasgos característicos de las vértebras lumbares se ilustran en las figuras 4-4 y 4-9, y se describen en la tabla 4-3. Debido a que el peso que soportan va aumentando hacia el extremo inferior de la columna vertebral, las vértebras lumbares tienen un cuerpo muy voluminoso, causa de gran parte del grosor de la parte inferior del tronco en el plano medio. Sus apófisis articulares se extienden verticalmente, con caras articulares orientadas inicialmente en sentido sagital


Apófisis:
Lámina
Espinosa
Agujero vertebral
Mamilar
Transversa
Accesoria
Pedículo
Cuerpo
Cara articular
Lámina
Apófisis articular inferior
Apófisis articular superior
Pedículo
Articulación cigapofisaria
Agujero intervertebral
«Espacio articular» radiológico
Cuerpo vertebral
Cresta ilíaca
Promontorio sacro
L1
L2
L3
L4
L5
Apófisis articular superior de la vértebra inferior
Apófisis espinosa y apófisis articular inferior de la vértebra superior
*
Apófisis transversa
Parte interarticular
12.ª costilla
Vértebra L1
Apófisis espinosa
Articulaciones cigapofisarias
Pedículo
Apófisis transversa
Vértebra L4
Vértebra L5
Ilion

(A) Vista superior

(B) Vista posterior

(C) TC, vista inferior

(D) Vista lateral

*La línea roja indica el plano de sección en (C)

(E) Radiografía lateral

(F) Radiografía anteroposterior

FIGURA 4-9. Vértebras lumbares. Vértebras lumbares típicas aisladas (**A** a **C**) y articuladas (**D** a **F**). En las radiografías laterales (**E**) se pone de manifiesto la forma de cuña de las vértebras lumbares, y especialmente de los discos intervertebrales lumbares. En las radiografías anteroposteriores (**F**) es visible el conducto vertebral en forma de una columna de sombra (entre las *puntas de flechas*); en las radiografías laterales, el conducto verebral se evidencia como una radiotransparencia a nivel de los agujeros intervertebrales. (Cortesía del Dr. J. Heslin, Toronto, Ontario, Canada.)

TABLA 4-3. VÉRTEBRAS LUMBARES

Parte	Características
Cuerpo	Muy grande, reniforme en la vista superior
Agujero vertebral	Triangular, mayor que en las vértebras torácicas y menor que en las vértebras cervicales
Apófisis transversas	Largas y delgadas; apófisis accesoria en la cara posterior de la base de cada apófisis
Apófisis articulares	Caras superiores dirigidas posteromedialmente (o medialmente); caras inferiores dirigidas anterolateralmente (o lateralmente); apófisis mamilar en la cara posterior de cada apófisis articular superior
Apófisis espinosas	Cortas y robustas; gruesas, anchas y en forma de hacha

(comenzando bruscamente en las articulaciones T12-L1), pero se van orientando más coronalmente a medida que se desciende en la columna.

Las caras de L5-S1 tienen una orientación netamente coronal. En las articulaciones superiores, orientadas más sagitalmente, las caras de las apófisis articulares inferiores de la vértebra superior, orientadas lateralmente, son «asidas» por las caras de las apófisis superiores de la vértebra inferior, orientadas medialmente, de tal modo que se facilitan la flexión y la extensión, y se permite la flexión lateral, pero se impide la rotación (fig. 4-9A, B, D y E).

Las *apófisis transversas* (costiformes) se proyectan algo posterosuperiormente y lateralmente. En la superficie posterior de la base de cada apófisis transversa existe una pequeña **apófisis accesoria,** que proporciona inserción a los músculos intertransversos. En la superficie posterior de las apófisis articulares superiores se encuentran **apófisis mamilares,** donde se insertan los músculos multífido e intertransversos de la espalda.

La vértebra L5, que se distingue por el gran tamaño de su cuerpo y de las apófisis transversas, es la mayor de todas las vértebras móviles. Soporta el peso de toda la parte superior del cuerpo. El cuerpo de L5 es notablemente más profundo en la parte anterior; por lo tanto, en gran medida es la causa del ángulo lumbosacro que forman el eje largo de la región lumbar y el del sacro (fig. 4-1D). El peso del cuerpo se transmite desde la vértebra L5 a la *base del sacro*, formada por la cara superior de la vértebra S1 (fig. 4-10A).

SACRO

El **sacro,** en forma de cuña, suele estar formado por cinco vértebras sacras fusionadas en el adulto (fig. 4-10). Está localizado entre los huesos ilíacos y forma el techo y la pared posterosuperior de la mitad posterior de la pelvis. La forma triangular del sacro obedece a la rápida disminución de tamaño que experimentan las masas laterales de las vértebras sacras durante el desarrollo. La mitad inferior del sacro no soporta peso, por lo cual su masa disminuye considerablemente. El sacro proporciona fuerza y estabilidad a la pelvis, y transmite el peso del cuerpo a la cintura pélvica, el anillo óseo constituido por los huesos de la cadera y el sacro, al cual están unidos los miembros inferiores.

El **conducto sacro** es la continuación del conducto vertebral en el sacro (fig. 4-10B y C). Contiene el haz de raíces de los nervios espinales que surgen por debajo de la vértebra L1. Recibe la denominación de *cola de caballo* y desciende más allá de la finalización de la médula espinal. En las superficies pélvica y posterior del sacro, entre sus componentes vertebrales, se hallan típicamente cuatro pares de **agujeros sacros** por donde surgen los ramos posterior y anterior de los nervios espinales (fig. 4-10A a D). Los agujeros sacros anteriores (pélvicos) son mayores que los posteriores (dorsales).

La **base del sacro** está formada por la cara superior de la vértebra S1 (fig. 4-10A). Sus apófisis articulares superiores se articulan con las apófisis articulares inferiores de la vértebra L5. El borde anterior sobresaliente del cuerpo vertebral de la vértebra S1 se denomina **promontorio sacro,** un importante punto de referencia obstétrico (v. cap. 3). El **vértice del sacro,** su extremo inferior que se va estrechando, presenta una cara oval para articularse con el cóccix.

El sacro soporta la columna vertebral y constituye la parte posterior de la pelvis ósea. El sacro está inclinado de tal modo que su articulación con la vértebra L5 en el *ángulo lumbosacro* (figura 4-1D) varía de 130° a 160°. En la mujer es más frecuente que la anchura del sacro sea mayor que su longitud, en comparación con el hombre, pero el cuerpo de la vértebra S1 suele ser mayor en el hombre.

La **superficie pélvica del sacro** es lisa y cóncava (fig. 4-10A). En el adulto, cuatro líneas transversales en dicha superficie indican el momento en que se produjo la fusión de las vértebras sacras. En el niño, las distintas vértebras sacras están conectadas por cartílago hialino y separadas por discos intervertebrales. La fusión de las vértebras sacras comienza después de los 20 años; sin embargo, la mayor parte de los discos intervertebrales permanece sin osificar hasta la mitad de la vida adulta, o más tarde.

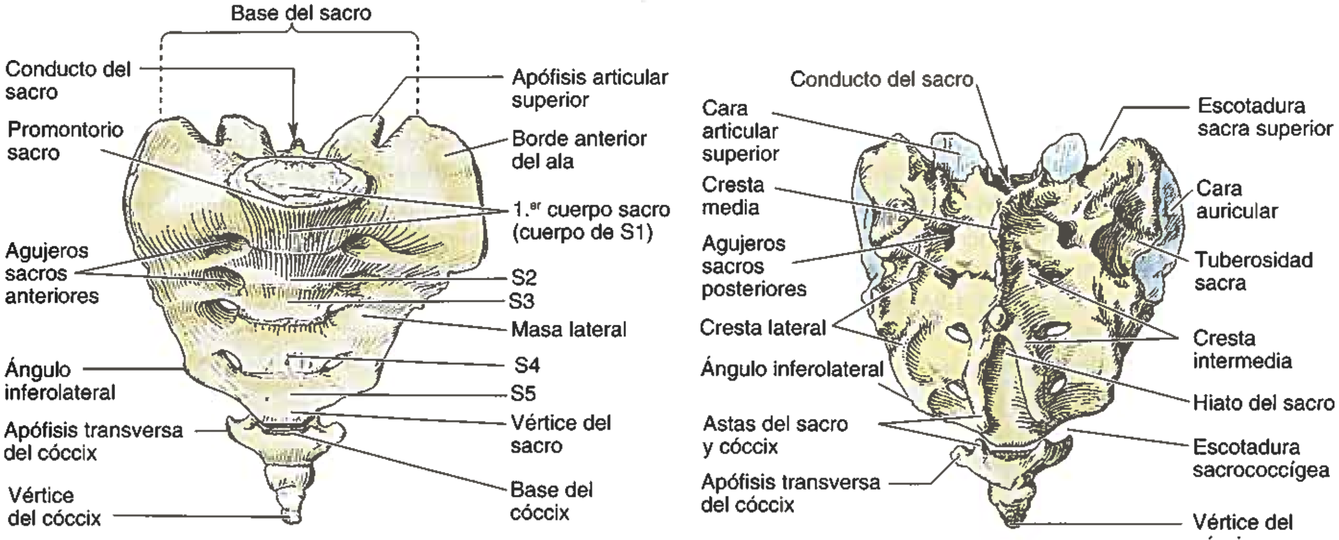
La **cara dorsal del sacro** es rugosa, convexa y presenta cinco crestas longitudinales prominentes (fig. 4-10B). La central, o **cresta media sacra,** representa las apófisis espinosas rudimentarias fusionadas de las tres o cuatro vértebras sacras superiores. S5 carece de apófisis espinosa. Las **crestas sacras intermedias** corresponden a las apófisis articulares fusionadas, y las **crestas sacras laterales** son las puntas de las apófisis transversas de las vértebras sacras fusionadas.

Las características de la cara dorsal del sacro que tienen importancia clínica son el hiato del sacro, en forma de U invertida, y las astas del sacro. El **hiato del sacro** se produce por la ausencia de las láminas y apófisis espinosas de S5 y, a veces, de S4. El hiato del sacro lleva al conducto del sacro. Su profundidad es variable y depende de la mayor o menor presencia de la apófisis espinosa y las láminas de S4. Las **astas del sacro,** que representan las apófisis articulares inferiores de la vértebra S5, se proyectan inferiormente a cada lado del hiato del sacro y constituyen una guía útil para localizarlo.

La parte superior de la **superficie lateral del sacro** tiene una forma parecida a la oreja, por lo cual recibe el nombre de **cara auricular** (fig. 4-10B y C). Corresponde a la parte sinovial de la articulación sacroilíaca, entre el sacro y el ilion. En el sujeto vivo, la cara auricular está cubierta por cartílago hialino.

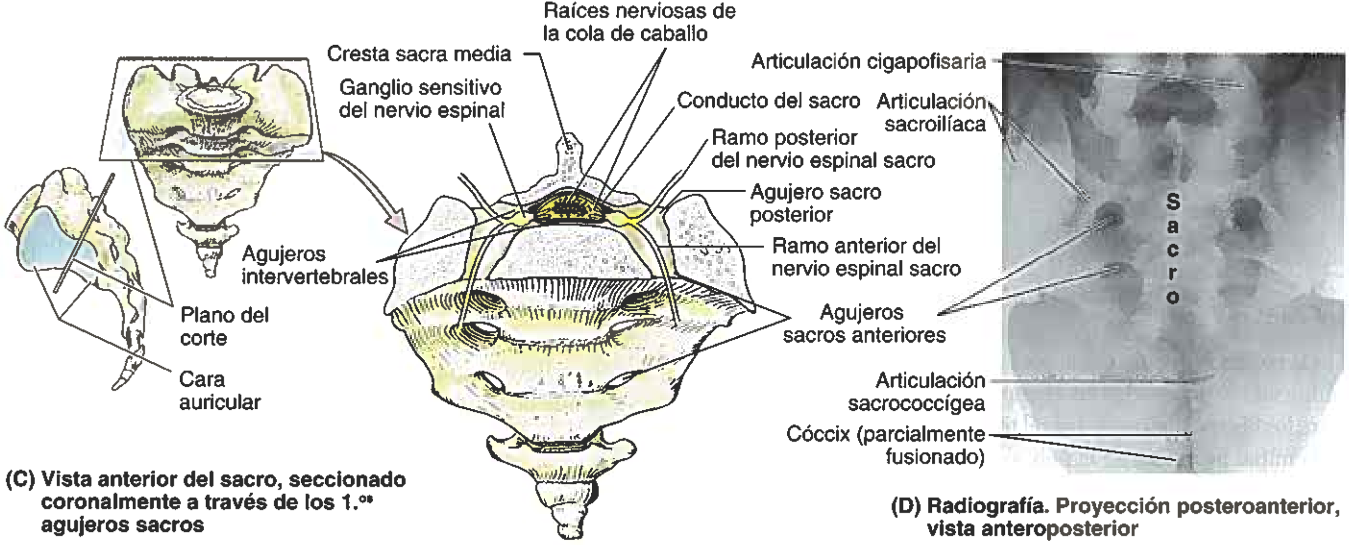
CÓCCIX

El **cóccix** es un pequeño hueso triangular que suele estar formado por la fusión de cuatro vértebras coccígeas rudimentarias, aunque en algunas personas puede haber una vértebra más, o una menos (fig. 4-10A a D). La **vértebra coccígea 1 (Co1)** puede permanecer separada del grupo fusionado. El cóccix es el residuo del esqueleto de la eminencia caudal embrionaria, en forma de cola, que está presente en el embrión humano desde finales de la 4.ª semana hasta comienzos de la 8.ª (Moore y Persaud, 2008). La superficie pélvica del cóccix es cóncava y relativamente lisa, y la superficie posterior presenta unas apófisis articulares rudimentarias. Co1 es la vértebra coccígea más voluminosa y ancha. Sus cortas apófisis transversas están conectadas con el sacro, y sus rudimentarias apófisis articulares forman las **astas coccígeas,**


Base del sacro
Conducto del sacro
Promontorio sacro
Agujeros sacros anteriores
Ángulo inferolateral
Apófisis transversa del cóccix
Vértice del cóccix
Apófisis articular superior
Borde anterior del ala
1.er cuerpo sacro (cuerpo de S1)
S2
S3
Masa lateral
S4
S5
Vértice del sacro
Base del cóccix
Conducto del sacro
Cara articular superior
Cresta media
Agujeros sacros posteriores
Cresta lateral
Ángulo inferolateral
Astas del sacro y cóccix
Apófisis transversa del cóccix
Escotadura sacra superior
Cara auricular
Tuberosidad sacra
Cresta intermedia
Hiato del sacro
Escotadura sacrococcígea
Vértice del cóccix

(A) Vista anteroinferior

(B) Vista posterosuperior


Raíces nerviosas de la cola de caballo
Cresta sacra media
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Agujeros intervertebrales
Plano del corte
Cara auricular
Conducto del sacro
Ramo posterior del nervio espinal sacro
Agujero sacro posterior
Ramo anterior del nervio espinal sacro
Agujeros sacros anteriores
Articulación cigapofisaria
Articulación sacroilíaca
Sacro
Articulación sacrococcígea
Cóccix (parcialmente fusionado)

(C) Vista anterior del sacro, seccionado coronalmente a través de los 1.os agujeros sacros

(D) Radiografía. Proyección posteroanterior, vista anteroposterior

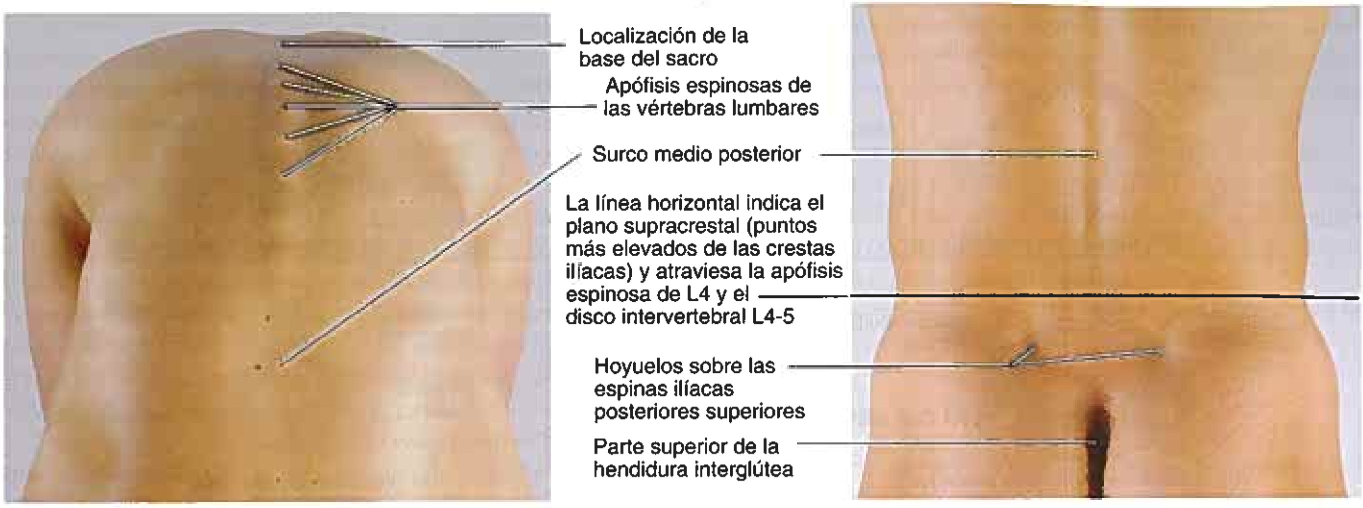
FIGURA 4-10. Sacro y cóccix. A. Base y cara pélvica del sacro y el cóccix. **B.** Cara dorsal del sacro y el cóccix. **C.** Los dibujos lateral y anterior del sacro en su posición anatómica muestran el plano esencialmente frontal y el nivel donde se ha seccionado el sacro para observar el conducto del sacro que contiene la cola de caballo. Los ganglios sensitivos de los nervios espinales están situados en los agujeros intervertebrales, al igual que en los niveles vertebrales superiores. En cambio, los ramos posterior y anterior de los nervios espinales sacros emergen a través de los agujeros sacros posteriores y anteriores (pélvicos), respectivamente. El dibujo lateral muestra la cara auricular que se une al ilion para formar la parte sinovial de la articulación sacroilíaca. En la posición anatómica, las vértebras S1-3 están situadas en un plano esencialmente transversal y forman un techo para la parte posterior de la cavidad pelviana. **D.** En las radiografías anteroposteriores, el plano oblicuo de las caras auriculares crea dos líneas que señalan las articulaciones sacroilíacas. La línea lateral es la cara anterior de la articulación; la línea medial es la cara posterior.

que se articulan con las astas del sacro. Las tres últimas vértebras coccígeas a menudo se fusionan durante la época media de la vida y forman una estructura arrosariada. Al aumentar la edad, Co1 se fusiona a menudo con el sacro, y las restantes vértebras coccígeas suelen fusionarse entre sí para formar un solo hueso.

El cóccix no participa con las otras vértebras en soportar el peso del cuerpo en bipedestación; sin embargo, en sedestación puede flexionarse algo hacia delante, lo cual indica que está recibiendo algo de peso. El cóccix proporciona inserciones a parte de los músculos glúteo mayor y coccígeo, así como al *ligamento anococcígeo*, o banda fibrosa media de los músculos pubococcígeos (v. cap. 3).

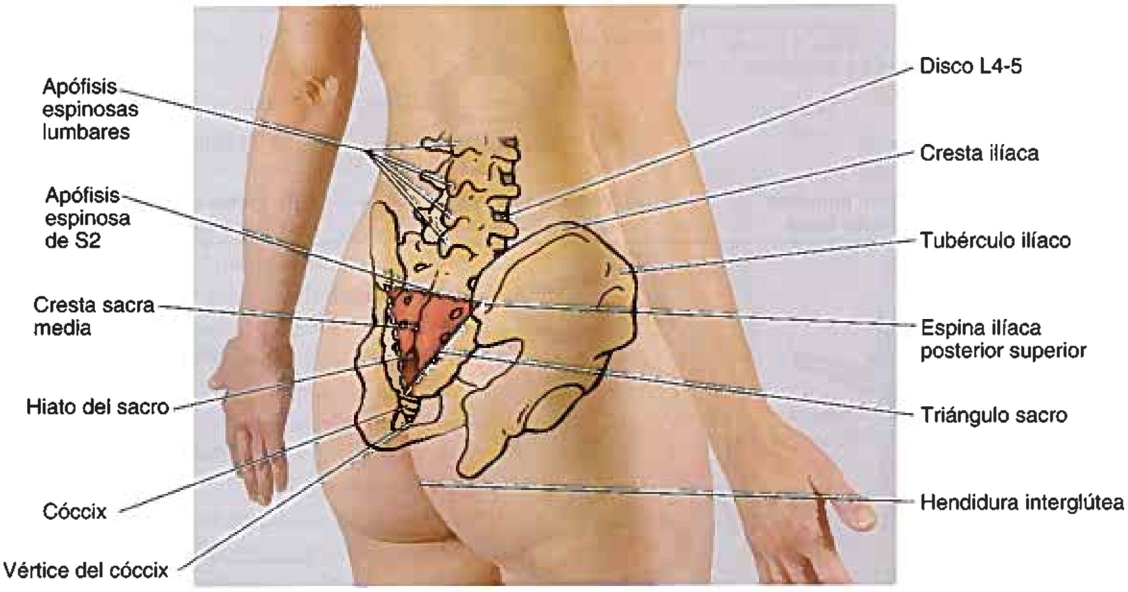
ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LAS VÉRTEBRAS LUMBARES, EL SACRO Y EL CÓCCIX

Las apófisis espinosas de las vértebras lumbares son grandes y se visualizan fácilmente al flexionar el tronco (fig. 4-11A). También pueden palparse en el *surco medio posterior* (fig. 4-11B y C). La *apófisis espinosa de L2* sirve para estimar la posición del extremo inferior de la médula espinal. Una línea horizontal a través de los puntos más elevados de las crestas ilíacas pasa por la punta de la apófisis espinosa de L4 y el disco intervertebral L4-5. Éste es un punto de referencia útil al realizar una punción lumbar para obtener una muestra de líquido cefalorraquídeo (LCR) (v. el cuadro azul «Punción lumbar», p. 505).


Localización de la base del sacro
Apófisis espinosas de las vértebras lumbares
Surco medio posterior
La línea horizontal indica el plano supracrestal (puntos más elevados de las crestas ilíacas) y atraviesa la apófisis espinosa de L4 y el disco intervertebral L4-5
Hoyuelos sobre las espinas ilíacas posteriores superiores
Parte superior de la hendidura interglútea

(A) Vista anterior con las caderas y el dorso completamente flexionados

(B) Vista posterior, posición anatómica


Apófisis espinosas lumbares
Apófisis espinosa de S2
Cresta sacra media
Hiato del sacro
Cóccix
Vértice del cóccix
Disco L4-5
Cresta ilíaca
Tubérculo ilíaco
Espina ilíaca posterior superior
Triángulo sacro
Hendidura interglútea

(C) Vista posterolateral derecha, posición anatómica

FIGURA 4-11. **Anatomía de superficie de las vértebras lumbares, el sacro y el cóccix.**

La *apófisis espinosa de S2* está situada en la mitad de la línea que une ambas *espinas ilíacas posteriores superiores*, indicadas por los *hoyuelos cutáneos* formados por la fijación de la piel y de la fascia profunda a dichas espinas ilíacas. Este nivel indica el límite inferior del espacio subaracnoideo (cisterna lumbar). La *cresta sacra media* puede palparse por debajo de la apófisis espinosa de L5 (fig. 4-11C). El **triángulo sacro** está formado por las líneas que unen las dos espinas ilíacas posteriores superiores y la parte superior de la **hendidura interglútea** entre ambas nalgas. El triángulo sacro, que perfila el sacro, es una zona frecuente de dolor por esguince en la parte baja del dorso. El *hiato del sacro* puede palparse en el extremo inferior del sacro, en la parte superior de la hendidura interglútea.

Las apófisis transversas de las vértebras torácicas y lumbares están cubiertas por músculos gruesos y pueden palparse o no. El *cóccix* puede palparse en la hendidura interglútea, por debajo del vértice del triángulo sacro. El **vértice del cóccix** puede palparse aproximadamente a 2,5 cm posterosuperiormente al ano. El examen clínico del cóccix se realiza con un dedo enguantado en el conducto anal.

Osificación de las vértebras

Las vértebras comienzan a desarrollarse durante el período embrionario en forma de condensaciones mesenquimatosas en torno a la notocorda. Posteriormente, estos moldes óseos mesenquimatosos se condrifican y se forman las vértebras cartilaginosas. Típicamente, las vértebras comienzan a osificarse hacia el final del período embrionario (8.ª semana), con el desarrollo de tres **centros de osificación primarios** en cada vértebra cartilaginosa: un **centrum** endocondral, que luego constituye la mayor parte del cuerpo vertebral, y dos centros pericondrales, uno en cada mitad del **arco neural** (fig. 4-12A a J y M).

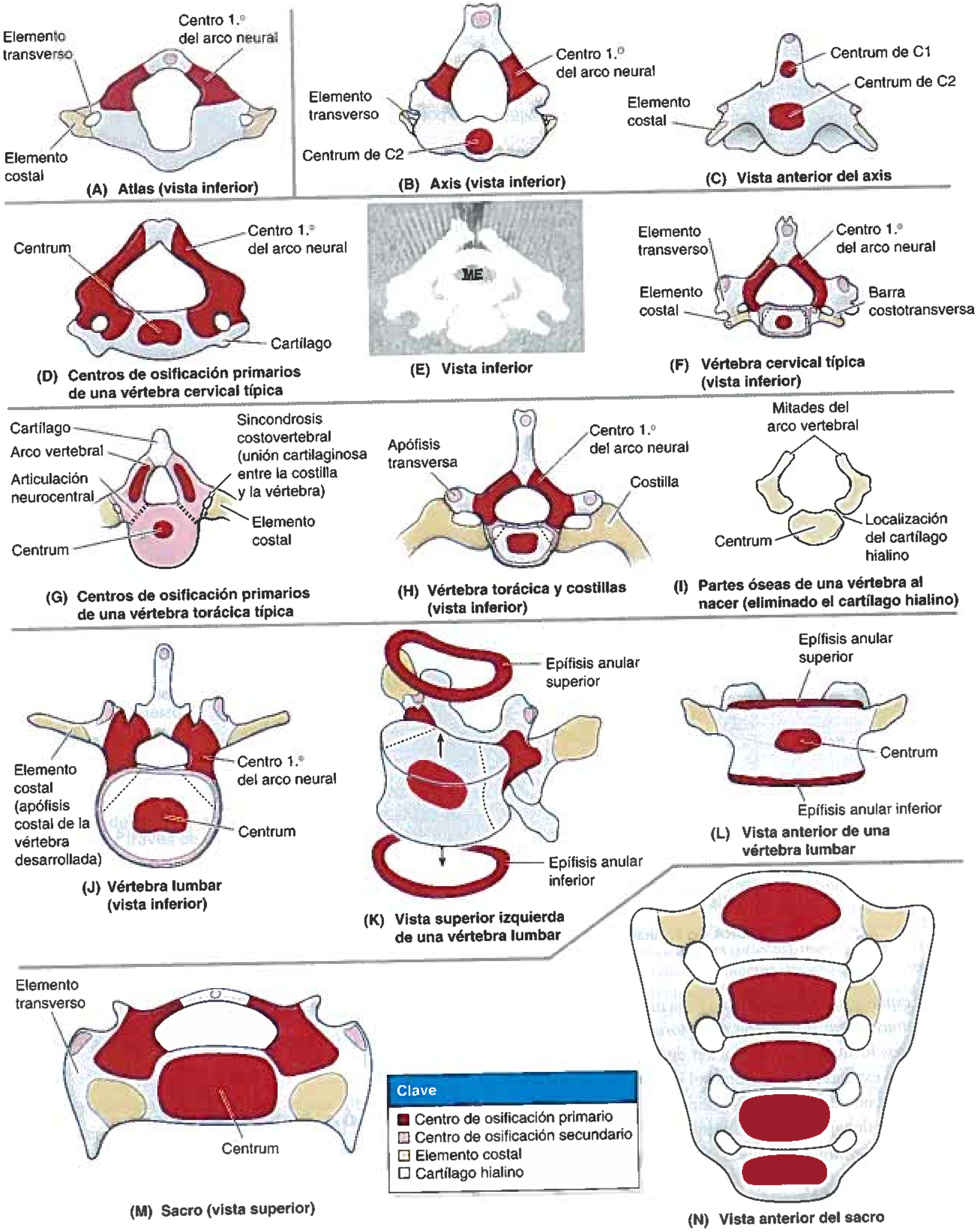

Elemento transverso
Centro 1.° del arco neural
Elemento costal
(A) Atlas (vista inferior)
Centro 1.° del arco neural
Elemento transverso
Centrum de C2
(B) Axis (vista inferior)
Centrum de C1
Centrum de C2
Elemento costal
(C) Vista anterior del axis
Centrum
Centro 1.° del arco neural
Cartílago
(D) Centros de osificación primarios de una vértebra cervical típica
ME
(E) Vista inferior
Elemento transverso
Elemento costal
Centro 1.° del arco neural
Barra costotransversa
(F) Vértebra cervical típica (vista inferior)
Cartílago
Arco vertebral
Articulación neurocentral
Centrum
Sincondrosis costovertebral (unión cartilaginosa entre la costilla y la vértebra)
Elemento costal
(G) Centros de osificación primarios de una vértebra torácica típica
Apófisis transversa
Centro 1.° del arco neural
Costilla
(H) Vértebra torácica y costillas (vista inferior)
Mitades del arco vertebral
Centrum
Localización del cartílago hialino
(I) Partes óseas de una vértebra al nacer (eliminado el cartílago hialino)
Elemento costal (apófisis costal de la vértebra desarrollada)
Centro 1.° del arco neural
Centrum
(J) Vértebra lumbar (vista inferior)
Epífisis anular superior
Epífisis anular inferior
(K) Vista superior izquierda de una vértebra lumbar
Epífisis anular superior
Centrum
Epífisis anular inferior
(L) Vista anterior de una vértebra lumbar
Elemento transverso
Centrum
(M) Sacro (vista superior)
Clave
■ Centro de osificación primario
▨ Centro de osificación secundario
☐ Elemento costal
☐ Cartílago hialino
(N) Vista anterior del sacro

FIGURA 4-12. **Osificación de las vértebras. A.** La vértebra C1 (atlas) carece de centrum. **B** y **C.** La vértebra C2 tiene dos centros, uno de los cuales forma la mayor parte del diente. **D** a **F.** Se muestra el desarrollo de las vértebras cervicales típicas, incluidos **(D)** los centros de osificación primarios en el cartílago hialino, **(E)** una TC de las vértebras mostradas en **(D)** (ME, médula espinal) y **(F)** los centros de osificación primarios y secundarios. **G** a **I.** Se muestra el desarrollo de las vértebras torácicas, incluidos **(G)** los tres centros de osificación primarios en una vértebra cartilaginosa de un embrión de 7 semanas (obsérvense las articulaciones presentes en este estadio), **(H)** los centros de osificación primarios y secundarios (con las costillas desarrolladas a partir de los elementos costales) e **(I)** las partes óseas de una vértebra torácica después de la esqueletización (con eliminación del cartílago). **J** a **L.** Se muestra el desarrollo de las vértebras lumbares, incluidos **(J)** los centros de osificación primarios y secundarios, **(K)** las epífisis anulares separadas del cuerpo vertebral y **(L)** las epífisis anulares en su lugar. **M** y **N.** Se muestra el desarrollo del sacro. Nótese que la osificación y la fusión de las vértebras sacras puede no completarse hasta los 35 años.

La osificación continúa durante todo el período fetal. Al nacer, las vértebras típicas y las sacras más superiores constan de tres partes óseas unidas por cartílago hialino. Las vértebras sacras inferiores y todas las coccígeas son todavía completamente cartilaginosas y se osifican durante la infancia. Ambas mitades de los arcos neurales se articulan en las **articulaciones neurocentrales,** que son primariamente cartilaginosas (fig. 4-12G). Las mitades del arco neural/vertebral comienzan a fusionarse entre sí por detrás del conducto vertebral durante el primer año, al comienzo en la región lumbar y luego en las regiones torácica y cervical. Los arcos neurales empiezan a fusionarse con los centros en la región cervical superior hacia el final del 3.^{er} año, pero habitualmente el proceso no se completa en la región lumbar inferior hasta después del 6.º año.

Durante la pubertad se desarrollan cinco **centros de osificación secundarios** en las vértebras típicas: uno en el vértice de la apófisis espinosa; uno en el vértice de cada apófisis transversa, y dos epífisis anulares (epífisis en anillo), una en el borde superior y otra en el borde inferior de cada cuerpo vertebral (es decir, en torno a los márgenes de las superficies superior e inferior del cuerpo vertebral (fig. 4-12F e I a L).

Las **epífisis anulares** hialinas, a las cuales se unen los discos intervertebrales, se denominan a veces *placas de crecimiento epifisario* y forman la zona a partir de la cual crece el cuerpo vertebral en altura. Cuando cesa el crecimiento, a comienzos de la vida adulta, las epífisis suelen fusionarse con el cuerpo vertebral. Esta unión da lugar a un característico margen liso elevado, el **anillo epifisario,** en torno a los bordes de las superficies superior e inferior del cuerpo de la vértebra adulta (figs. 4-2B y 4-3). Habitualmente, todos los centros de osificación secundarios se han fusionado con las vértebras hacia los 25 años, aunque puede haber amplias variaciones a este respecto.

Las excepciones al patrón típico de osificación tienen lugar en las vértebras C1, C2 y C7 (fig. 4-12A a C), en el sacro (fig. 4-12M y N) y en el cóccix. Además, a todos los niveles aparecen «costillas» primordiales (**elementos costales)** en asociación con los centros de osificación secundarios de las apófisis transversas (**elementos transversos).** Los elementos costales normalmente se desarrollan sólo en las costillas en la región torácica; a otros niveles forman parte de las apófisis transversas o sus equivalentes.

En la región cervical, el elemento costal permanece normalmente diminuto, formando parte de las apófisis transversas. Los *agujeros transversos* se desarrollan como hiatos entre los dos centros de osificación laterales, medialmente a una **barra costotransversa** de unión, que constituye el límite lateral de los agujeros (fig. 4-12A a F). Además, a consecuencia de que las apófisis transversas cervicales se forman a partir de los dos elementos en desarrollo, dichas apófisis transversas finalizan lateralmente en un *tubérculo anterior* (a partir del elemento costal) y un *tubérculo posterior* (a partir del elemento transverso). La morfología atípica de las vértebras C1 y C2 se establece también en el curso del desarrollo. El centro de C1 se fusiona con el de C2 y pierde su conexión periférica con el resto de la vértebra C1, lo que da lugar al *diente del axis* (fig. 4-12C). Dado que estos dos primeros centros se fusionan y forman ahora parte de C2, no se forma ningún disco intervertebral entre C1 y C2 para conectarlas. La parte del cuerpo vertebral que permanece con C1 queda representada por el *arco anterior* y el *tubérculo de C1*.

En la región torácica, los elementos costales se separan de las vértebras en desarrollo y se alargan para formar las costillas; los elementos transversos por sí solos forman las apófisis transversas (fig. 4-12I).

Todas las bases de las apófisis transversas, excepto las lumbares, se desarrollan a partir del elemento costal (fig. 4-12J); por lo tanto, esta barra de hueso maduro que se proyecta recibe la denominación de **apófisis costiforme.** Los elementos transversos de las vértebras lumbares forman las *apófisis mamilares.*

Las alas y las superficies auriculares del sacro se forman por la fusión de los elementos transversos y costales.

Variaciones en las vértebras

La mayoría de las personas tienen 33 vértebras, pero errores del desarrollo pueden dar lugar a 32 o 34 vértebras. Las estimaciones sobre la frecuencia de los números anormales de vértebras por encima del sacro (el número normal es de 24) oscilan entre el 5 % y el 12 %. Las variaciones en las vértebras dependen de la raza, el sexo y los factores del desarrollo (genéticos y ambien-

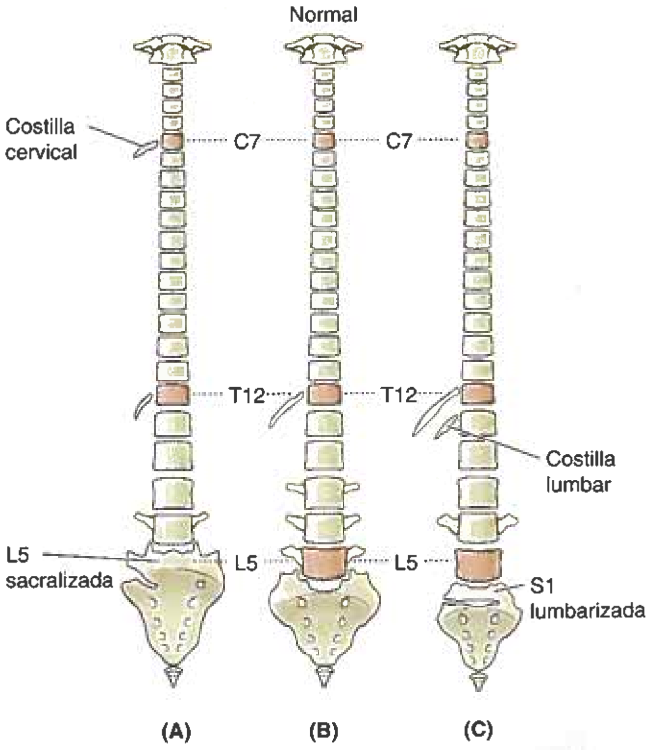


FIGURA 4-13. Variaciones en las vértebras y su relación con las costillas. **A.** Se observa un «desplazamiento craneal», con 13 costillas; hay una costilla cervical que se articula con C7, y una disminución de la 12.ª costilla que se articula con T12. La vértebra L5 está parcialmente incorporada al sacro, pero esta «sacralización» también puede ser completa. El segmento sacro más inferior (S5) se halla parcialmente segmentado. **B.** Se observa la disposición habitual de las vértebras y la posición de la 1.ª y la 12.ª costillas. **C.** Se muestra un «desplazamiento caudal», en el cual la 12.ª costilla tiene un mayor tamaño y hay una pequeña costilla lumbar. Las apófisis transversas de la vértebra L4 están aumentadas de tamaño, mientras que las apófisis transversas de L5 se hallan muy reducidas. El primer segmento sacro se halla parcialmente separado del resto del sacro, pero esta «lumbarización» también puede ser completa. El 1.^{er} segmento coccígeo está incorporado al sacro («sacralizado»).

tales). En el hombre se observa un mayor número de vértebras con más frecuencia, y en la mujer un menor número. En algunas razas se observa una mayor variación en el número de vértebras. Estas variaciones pueden tener importancia clínica. Por ejemplo, una mayor longitud de la región presacra de la columna vertebral aumenta la tensión sobre la parte inferior de la región lumbar, por el aumento del brazo de palanca. Sin embargo, la mayor parte de las variaciones en el número de vértebras se detectan incidentalmente durante estudios de diagnóstico por la imagen realizados por otros motivos, o en las intervenciones o necropsias realizadas en personas sin antecedentes de problemas en el dorso.

No obstante, es necesario ser cautos al describir una lesión (p. ej., al informar sobre la localización de una fractura vertebral). Al contar las vértebras hay que comenzar por la base del cuello. El número de vértebras cervicales (siete) es notablemente constante (y no sólo en el ser humano, sino también en los distintos vertebrados; incluso las jirafas y las serpientes tienen siete vértebras cervicales). Al estudiar una variación numérica, las regiones torácica y lumbar deben considerarse conjuntamente, pues las personas con más de cinco vértebras lumbares presentan a menudo una disminución compensadora en el número de vértebras torácicas (O'Rahilly, 1986).

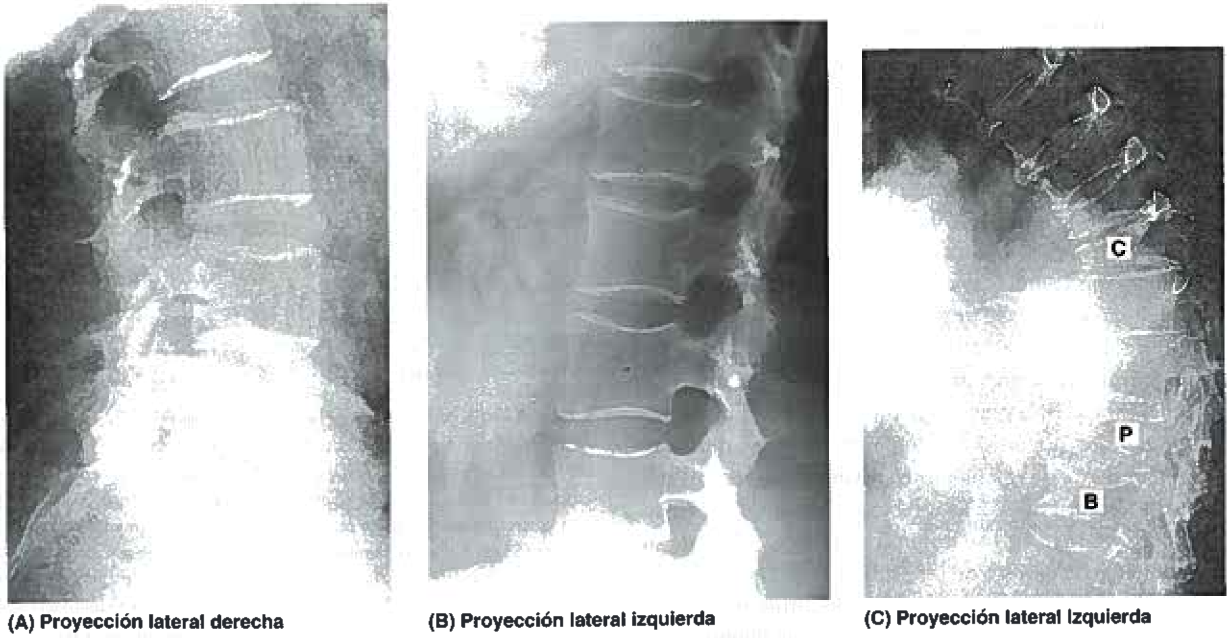
Las variaciones en las vértebras incluyen también la relación con las costillas, así como el número de vértebras que se fusionan para formar el sacro (fig. 4-13). La relación de las vértebras presacras con las costillas y/o el sacro puede ser más alta (*desviación craneal*) o más baja (*desviación caudal*) de lo normal. Nótese, sin embargo, que una vértebra C7 que se articula con una costilla cervical rudimentaria sigue considerándose como vértebra cervical. Lo mismo ocurre con respecto a las vértebras lumbares y las costillas lumbares. De igual modo, una vértebra L5 fusionada con el sacro se considera como una «5.ª vértebra lumbar sacralizada» (v. el cuadro azul «Fusión anormal de las vértebras», p. 462).

VÉRTEBRAS

Osteoporosis del cuerpo vertebral

La *osteoporosis del cuerpo vertebral* es un trastorno metabólico común que se detecta a menudo en el curso de un estudio radiológico sistemático. La osteoporosis es consecuencia de una desmineralización neta de los huesos por alteración del equilibrio normal entre el depósito y la resorción de calcio. A consecuencia de ello disminuye la calidad del hueso y se atrofia el tejido óseo. Aunque la osteoporosis afecta a todo el sistema óseo, las áreas más afectadas son el cuello del fémur, el cuerpo de las vértebras, los metacarpianos (huesos de la mano) y el radio, que se vuelven débiles, quebradizos y propensos a las fracturas.

En las radiografías tomadas durante la osteoporosis precoz o moderada se observa una desmineralización, que se pone de manifiesto por la menor radiodensidad del hueso trabecular (esponjoso) de los cuerpos vertebrales, lo que da lugar a que el hueso cortical aparezca relativamente destacado (fig. C4-1B). La osteoporosis afecta especialmente a las trabéculas horizontales del hueso esponjoso del cuerpo vertebral (v. fig. 4-3). Por lo tanto, pueden observarse líneas verticales que reflejan la pérdida de las trabéculas



(A) Proyección lateral derecha

(B) Proyección lateral izquierda

(C) Proyección lateral izquierda

FIGURA C4-1. Efectos de la osteoporosis sobre la columna vertebral. A. Osteoporosis precoz o moderada que se caracteriza por la presencia de estrías verticales en los cuerpos vertebrales. **B.** Más tarde desaparece el patrón estriado, pues la pérdida continuada de hueso esponjoso produce una radiotransparencia uniforme (imagen menos blanca, más «transparente»). En cambio, el hueso cortical, aunque adelgazado, aparece relativamente destacado. **C.** En la osteoporosis tardía en la región torácica de la columna vertebral se observa una excesiva cifosis torácica por colapso de los cuerpos vertebrales, que han adquirido forma de cuña (C), plana (P) o bicóncava (B).

horizontales de sostén y el engrosamiento de los puntales verticales (fig. C4-1A). En las radiografías practicadas en fases tardías pueden apreciarse colapsos vertebrales (fracturas por compresión) y aumento de la cifosis torácica (figs. 4-1C y C4-17). La osteoporosis del cuerpo vertebral se produce en todas las vértebras, pero es más frecuente en las torácicas y es un hallazgo especialmente habitual en la mujer posmenopáusica.

Laminectomía

La escisión quirúrgica de una o más apófisis espinosas y de las láminas vertebrales de sostén adyacentes en una determinada región de la columna vertebral recibe el nombre de **laminectomía** (1 en la fig. C4-2). El término se aplica también comúnmente para designar la extirpación de la mayor parte del arco vertebral por sección de los pedículos (2 en la fig. C4-2).

Las laminectomías se practican quirúrgicamente (o anatómicamente en el laboratorio de disección) para tener acceso al conducto vertebral y exponer la médula espinal (si se realiza por encima del nivel L2) y/o las raíces de determinados nervios espinales. La laminectomía quirúrgica se realiza a menudo para aliviar la presión sobre la médula espinal o las raíces nerviosas, producida por un tumor, un disco intervertebral herniado o una hipertrofia (crecimiento excesivo) del hueso.

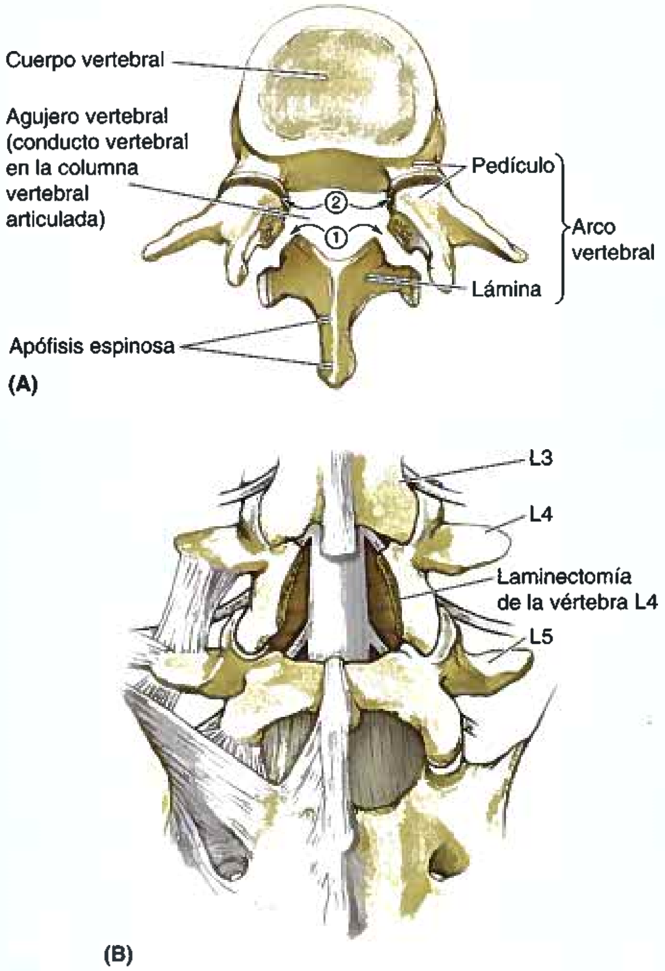
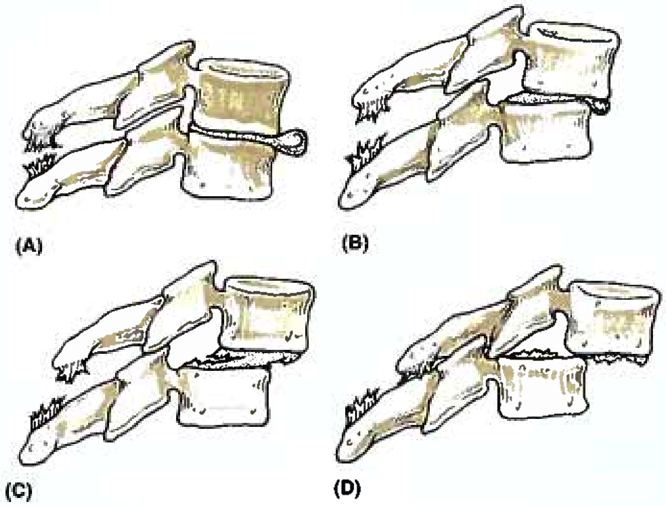

Cuerpo vertebral
Agujero vertebral (conducto vertebral en la columna vertebral articulada)
②
①
Pedículo
Arco vertebral
Lámina
Apófisis espinosa
(A)
L3
L4
Laminectomía de la vértebra L4
L5
(B)

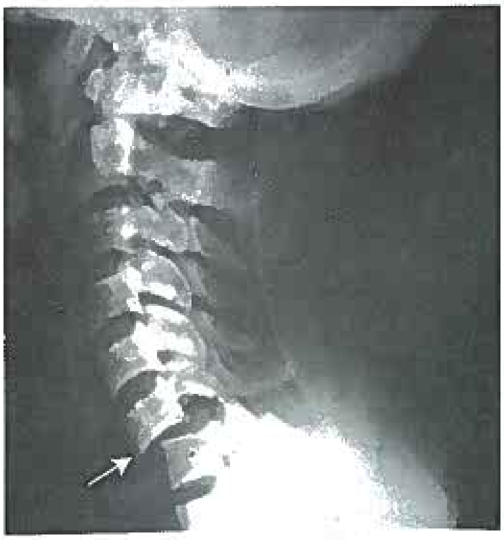
FIGURA C4-2. **A.** Localización de las laminectomías. **B.** Vista posterior, tras la laminectomía.

Luxación de las vértebras cervicales

Debido a la orientación más horizontal de sus caras articulares, las vértebras cervicales se hallan menos adosadas entre sí en comparación con las otras vértebras. Las vértebras cervicales, apiladas como monedas, pueden luxarse en los traumatismos cervicales con una fuerza menos potente que la necesaria para fracturarlas (fig. C4-3A a F). Debido al diámetro considerable del conducto vertebral en la región cervical, puede ocurrir una luxación ligera sin que se afecte la médula espinal (fig. C4-3B). Las luxaciones graves, o las que se combinan con fracturas (fractura-luxación), lesionan la médula espinal. Si la luxación no da lugar a un «salto de la cara articular», con bloqueo de las apófisis articulares desplazadas (fig. C4-3F y G), las vértebras cervicales pueden autorreducirse (deslizándose hacia su lugar correcto); así pues, es posible que las radiografías no indiquen que se ha lesionado la médula espinal. En cambio, la resonancia magnética (RM) puede poner de manifiesto las lesiones resultantes en los tejidos blandos.

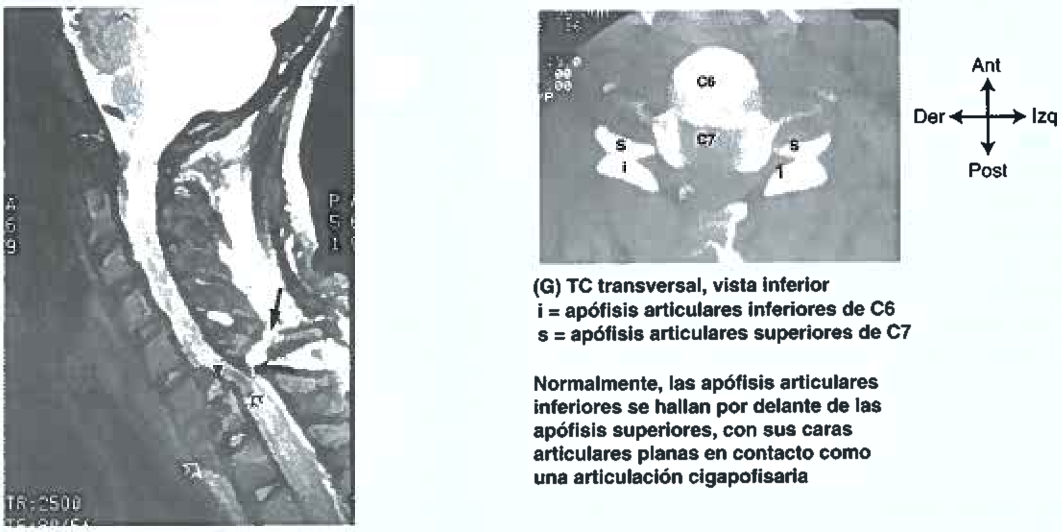


Luxaciones de las vértebras cervicales



(E) Proyección lateral izquierda

FIGURA C4-3 A-E. *(Continúa.)*


A 6 9
P 5 1
TR:2500
C6
C7
s
i
s
i
Ant
Der
Izq
Post

(F) RM media

(G) TC transversal, vista inferior
i = apófisis articulares inferiores de C6
s = apófisis articulares superiores de C7

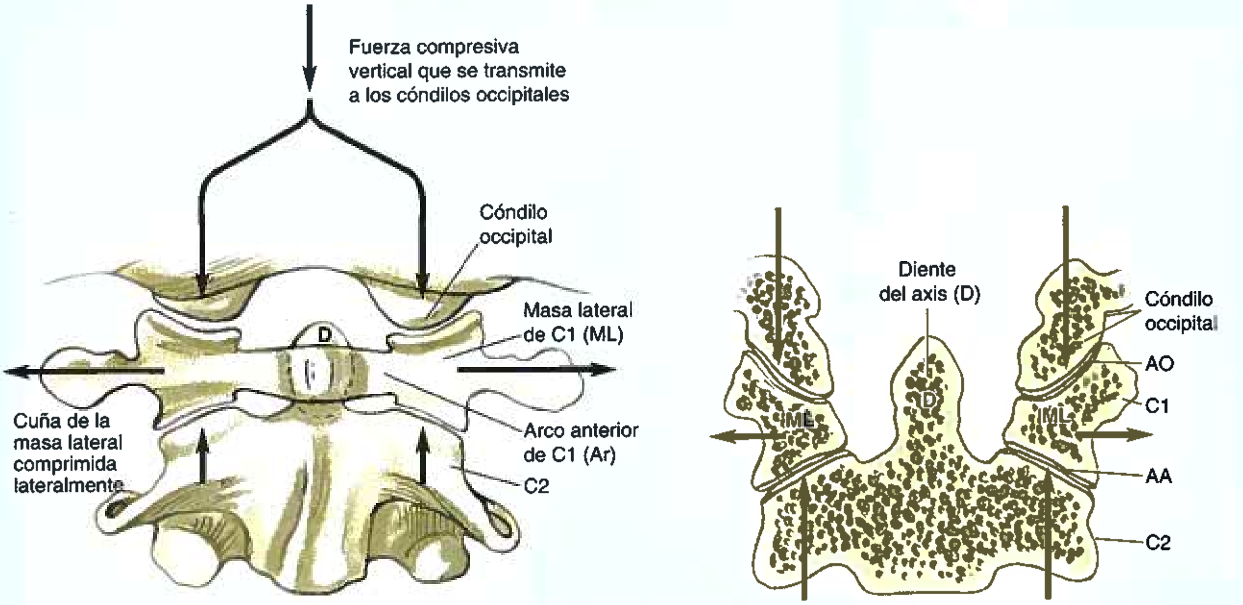
Normalmente, las apófisis articulares inferiores se hallan por delante de las apófisis superiores, con sus caras articulares planas en contacto como una articulación cigapofisaria

FIGURA C4-3. *(Continuación)* **Luxaciones de las vértebras cervicales.** Se muestran cuatro estadios traumáticos: **(A)** estadio I, esguince por flexión; **(B)** estadio II, subluxación anterior con desplazamiento anterior del 25%; **(C)** estadio III, desplazamiento del 50%; y **(D)** estadio IV, luxación completa. **E.** En esta radiografía lateral se observa una luxación en estadio III, con desplazamiento del 50%. **F.** En esta exploración con RM en una luxación en estadio IV con lesión medular se observa la fractura del cuerpo de C7 *(punta de flecha blanca abierta)*. El ligamento amarillo está roto *(flecha negra curva)* y la apófisis espinosa está arrancada *(flecha negra recta)*. **G.** Esta TC en corte transversal (en el mismo paciente que en F) muestra la posición invertida de las apófisis articulares de las vértebras C6 y C7, debido al «salto de las caras articulares».

Fractura y luxación del atlas

La vértebra C1 es un anillo óseo con dos masas laterales cuneiformes, conectadas entre sí por los arcos anterior y posterior, relativamente delgados, y el ligamento transverso (fig. 4-4A). Debido a que la parte más gruesa de las masas laterales está orientada hacia fuera, las fuerzas verticales (como ocurre al chocar contra el fondo de la piscina en los accidentes de salto de trampolín) comprimen las masas laterales entre los cóndilos occipitales y el axis, y las separan, fracturando el arco anterior o posterior, o ambos (fig. C4-4B).

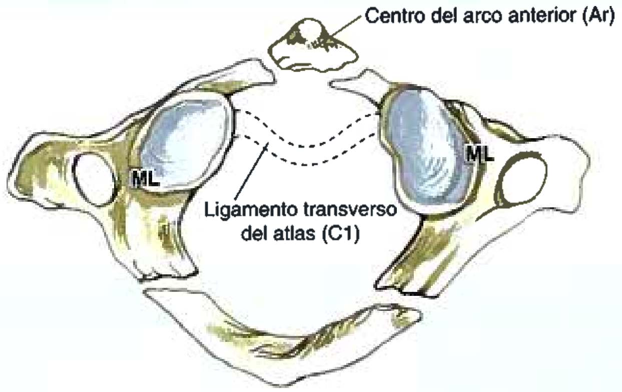
Si la fuerza es suficiente, se rompe el ligamento transverso que une ambas masas laterales (fig. C4-4C). La resultante *fractura de Jefferson* o *por estallido* (fig. C4-4C a E) por sí misma no da lugar


Fuerza compresiva vertical que se transmite a los cóndilos occipitales
Cóndilo occipital
Masa lateral de C1 (ML)
D
Cuña de la masa lateral comprimida lateralmente
Arco anterior de C1 (Ar)
C2
Diente del axis (D)
Cóndilo occipital
AO
C1
ML
D
ML
AA
C2

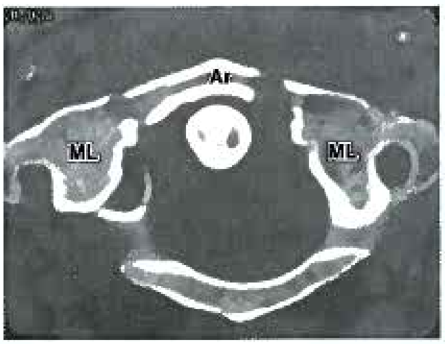
(A) Vista anterior de los cóndilos occipitales, el atlas y el axis

(B) Vista anterior del corte coronal de las articulaciones craneovertebrales (atlantooccipital [AO] y atlantoaxial [AA] lateral). Compárese con la radiografía de la figura 4-6E

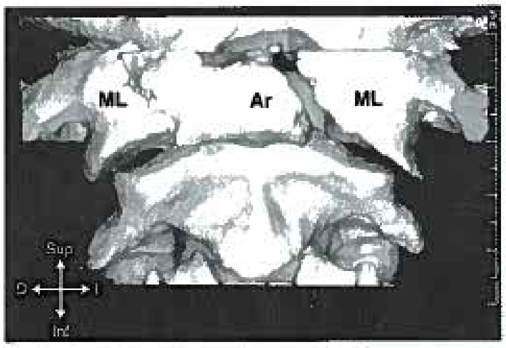
FIGURA C4-4 A y B. Fractura de Jefferson del atlas *(continúa)*


Centro del arco anterior (Ar)
ML
ML
Ligamento transverso
del atlas (C1)

(C) Vista inferior en una fractura de Jefferson (por estallido) de C1



(D) Vista inferior en una TC de una fractura de Jefferson


ML
Ar
ML
Sup
D
I
Inf

(E) Vista anterior de una imagen de TC reconstruida en una fractura de Jefferson. Se observa un fragmento del arco anterior (Ar) y un desplazamiento hacia fuera (lateral) de las masas laterales de C1 (ML)

FIGURA C4-4 C a E. *(Continuación)* **Fractura de Jefferson del atlas.**

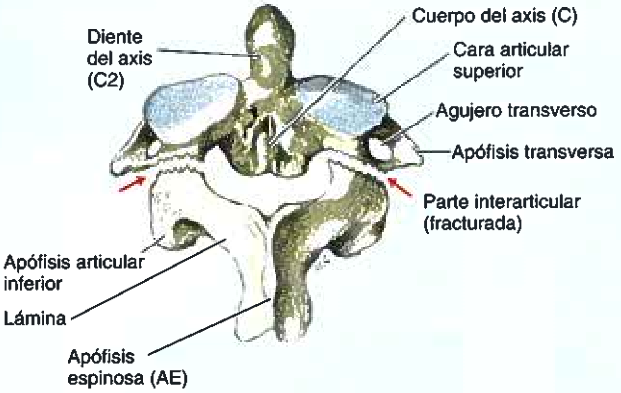
necesariamente a una lesión de la médula espinal, pues las dimensiones del anillo óseo aumentan realmente en estas circunstancias. En cambio, es más probable una lesión medular si se ha roto también el ligamento transverso (v. el cuadro azul «Rotura del ligamento transverso del atlas», p. 477), lo que se evidencia radiográficamente por una amplia separación de las masas laterales.

Fractura y luxación del axis

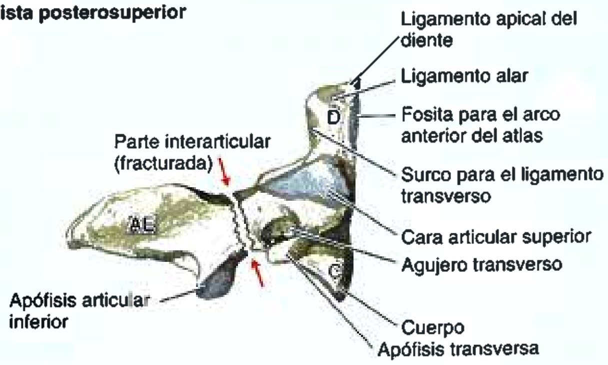
Las *fracturas del arco vertebral* del axis son una de las lesiones más frecuentes de las vértebras cervicales (hasta un 40%) (Yochum y Rowe, 2004). Habitualmente la fractura se produce en la columna ósea formada por las apófisis articulares superior e inferior del axis, la **parte interarticular** (fig. 4-5A). La fractura a este lugar, denominada **espondilólisis traumática de C2** (fig. C4-5A, B y D), ocurre habitualmente por *hiperextensión de la cabeza sobre el cuello*, más que por la hiperextensión conjunta de cabeza y cuello, como en las *lesiones por contusión de la columna*.

Esta hiperextensión de la cabeza se utilizaba para ejecutar por ahorcamiento a los condenados. El nudo se colocaba bajo el mentón, tras lo cual el cuerpo caía bruscamente por la trampilla (figura C4-5C). Por ello, esta fractura ha recibido la denominación de *fractura del ahorcado*.

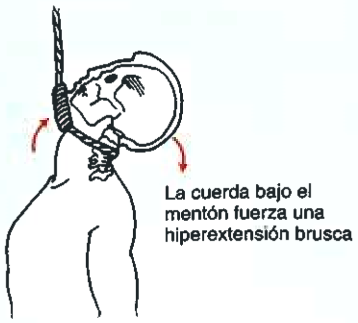
En las lesiones más graves, el cuerpo de la vértebra C2 se desplaza hacia delante con respecto al cuerpo de C3. Con o sin subluxación (luxación incompleta) del axis, es probable que se lesionen la médula espinal y/o el tronco del encéfalo, lo que


Diente
del axis
(C2)
Cuerpo del axis (C)
Cara articular
superior
Agujero transverso
Apófisis transversa
Parte interarticular
(fracturada)
Apófisis articular
inferior
Lámina
Apófisis
espinosa (AE)

(A) Vista posterosuperior

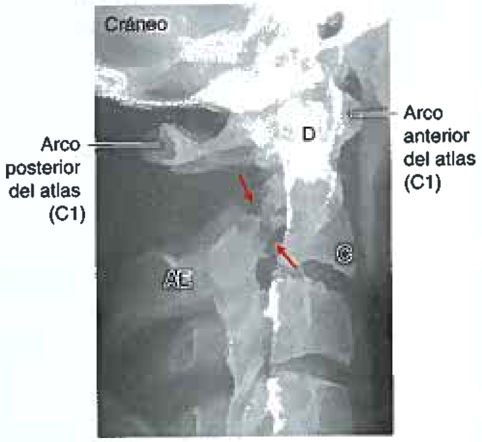

Ligamento apical del
diente
Ligamento alar
D
Fosita para el arco
anterior del atlas
Parte interarticular
(fracturada)
Surco para el ligamento
transverso
AE
Cara articular superior
Agujero transverso
C
Apófisis articular
inferior
Cuerpo
Apófisis transversa

(B) Vista lateral


La cuerda bajo el
mentón fuerza una
hiperextensión brusca

(C)

FIGURA C4-5 A a C. Fractura y luxación del axis. Vistas posterosuperior **(A)** y lateral **(B)** de una fractura de C2 en el ahorcamiento *(flechas)*. **(C)** La posición del nudo produce una hiperextensión durante el ahorcamiento *(flechas)* *(continúa)*.


Cráneo
Arco posterior del atlas (C1)
D
Arco anterior del atlas (C1)
AE
C

(D) Proyección lateral

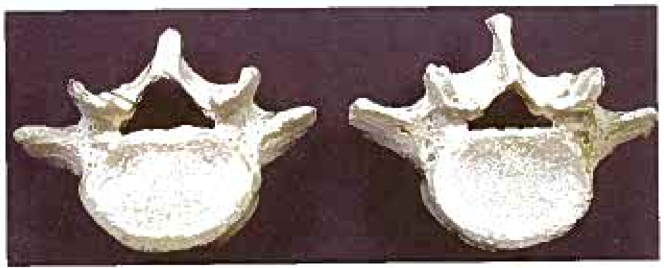
FIGURA C4-5 D. *(Continuación)* **Fractura y luxación del axis.**
D. Radiografía en proyección lateral derecha en la cual se observa una fractura de C2 *(flechas)* por ahorcamiento.

puede originar una **tetraplejía** (parálisis de los cuatro miembros) o la muerte.

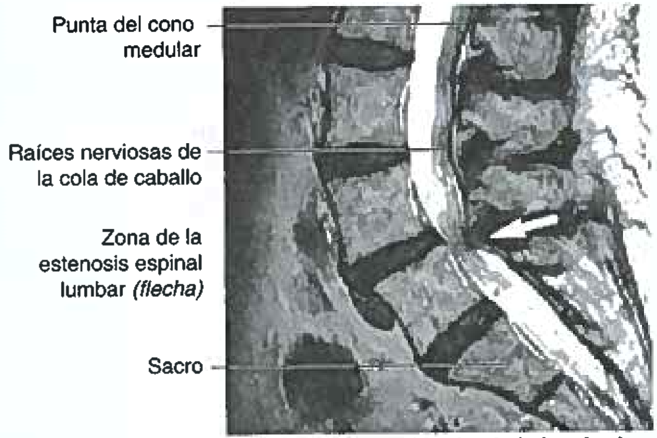
Las *fracturas del diente* son también lesiones frecuentes (40 % a 50 %) del axis. Pueden producirse por un golpe horizontal en la cabeza o por complicación de una *osteopenia* (pérdida patológica de masa ósea) (v. el cuadro azul «Fractura del diente del axis», p. 476).

Estenosis espinal lumbar

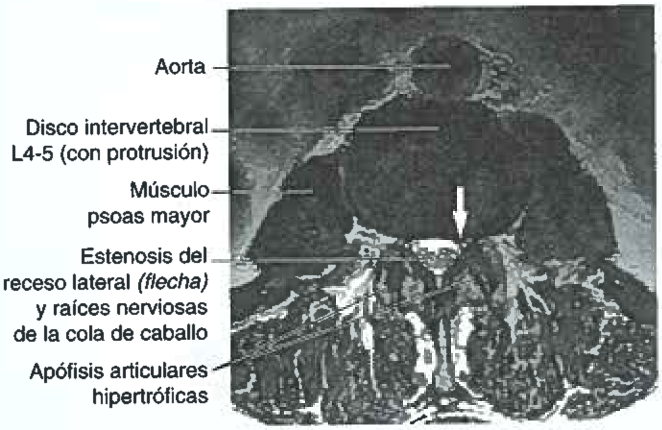
Con este nombre se designa la estenosis (estrechamiento) del agujero vertebral en una o más vértebras lumbares (fig. C4-6B). Este proceso puede ser una anomalía hereditaria que predisponga al sujeto a cambios degenerativos relacionados con el envejecimiento, como la protrusión del disco intervertebral (Rowland y McCormick, 2000). El tamaño de los nervios espinales lumbares va aumentando a medida que se desciende en la columna vertebral, pero paradójicamente el tamaño de los agujeros intervertebrales va disminuyendo. El estrechamiento suele ser máximo a nivel de los discos intervertebrales. Sin embargo, la estenosis de un solo orificio vertebral lumbar puede comprimir una o más raíces de los nervios espinales que ocupan el conducto vertebral inferior (fig. 4-1). El tratamiento quirúrgico de la estenosis lumbar puede consistir en una laminectomía descompresiva (v. el cuadro azul «Laminectomía», p. 457). Cuando la protrusión del disco intervertebral se produce en un paciente con estenosis espinal (fig. C4-6B), afecta aún más al conducto vertebral que ya se hallaba limitado, como ocurre en la proliferación artrósica y en la degeneración ligamentosa (McCormick, 2000).



(A) Agujero vertebral normal **(B) Agujero vertebral estenótico**
Vistas superiores


Punta del cono medular
Raíces nerviosas de la cola de caballo
Zona de la estenosis espinal lumbar (flecha)
Sacro

(C) RM sagital, visión desde la izquierda


Aorta
Disco intervertebral L4-5 (con protrusión)
Músculo psoas mayor
Estenosis del receso lateral (flecha) y raíces nerviosas de la cola de caballo
Apófisis articulares hipertróficas

(D) RM transversal, vista inferior

FIGURA C4-6. Estenosis espinal lumbar. Comparación de los agujeros vertebrales normal **(A)** y estenosado **(B)**. En la RM sagital **(C)** y transversal **(D)** se demuestra una estenosis de alto grado causada por hipertrofia de las apófisis articulares y los ligamentos amarillos, con moderada protrusión periférica del disco L4-5.

Costillas cervicales

La presencia de una *costilla cervical* constituye una anomalía relativamente común. En el 1 % a 2 % de las personas, el elemento costal en desarrollo de C7, que normalmente se convierte en una pequeña parte de la apófisis transversa por delante del agujero transverso (fig. 4-7F), crece anormalmente. Esta estructura puede variar de tamaño desde una pequeña protuberancia hasta una costilla completa, bilateral en cerca del 60 % de las ocasiones.

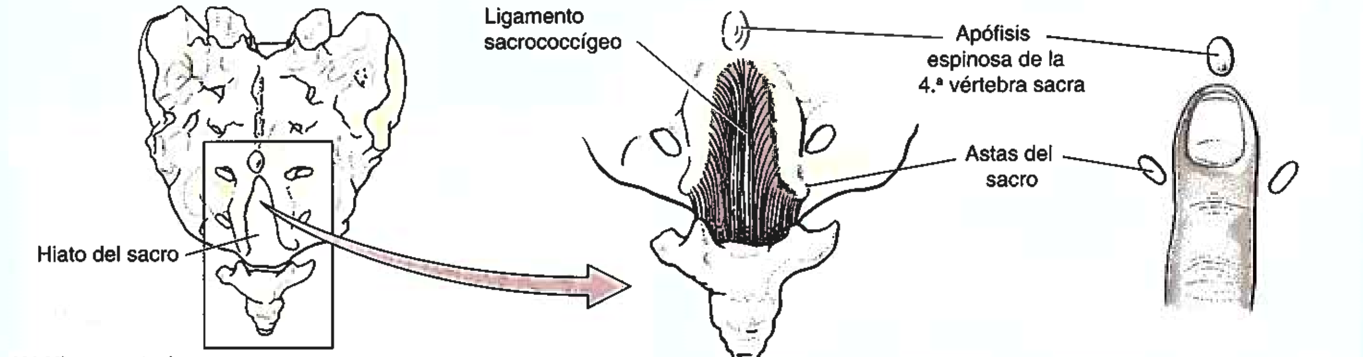
La *costilla supernumeraria (extra)*, o una conexión fibrosa desde su vértice hasta la primera costilla torácica, pueden elevar y presionar las estructuras que emergen de la abertura torácica superior, sobre todo la arteria subclavia o el tronco inferior del plexo braquial, y producir el *síndrome de la abertura superior del tórax*.

Anestesia epidural caudal

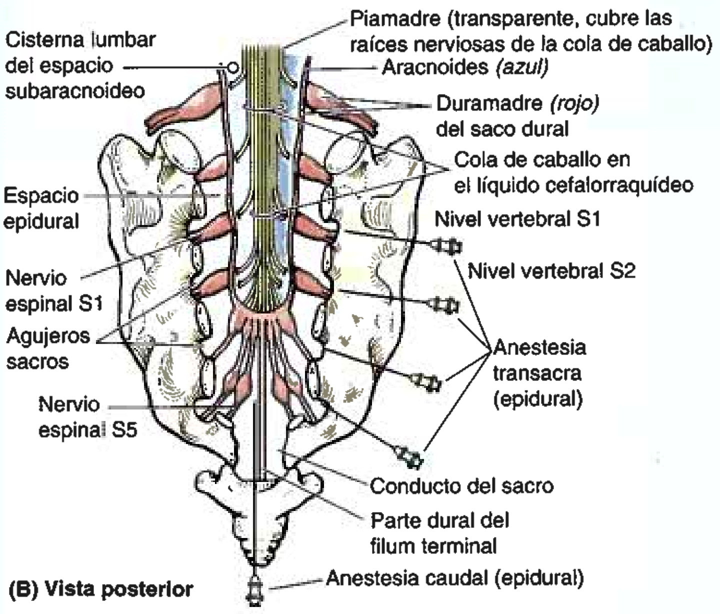
En el sujeto vivo, el hiato del sacro queda cerrado por el **ligamento sacrococcígeo** membranoso, que está atravesado por el *filum terminal* (una tira de tejido conectivo que se extiende desde el vértice de la médula espinal hasta el cóccix). Profundamente (superior) al ligamento, el espacio epidural del conducto del sacro está ocupado por un tejido conectivo adiposo (fig. C4-7A). En la **anestesia epidural caudal,** o *analgesia caudal,* se inyecta un anestésico local en el tejido adiposo del conducto del sacro que rodea las porciones proximales de los nervios sacros. Para ello pueden emplearse varias vías, incluido el hiato del sacro (fig. C4-7B y C). Debido a que el hiato del sacro se halla entre las astas del sacro e inferior a la apófisis espinosa de S4 o de la cresta sacra media, estos puntos de referencia palpables son importantes para localizar el hiato (fig. C4-7A). La solución anestésica difunde hacia arriba y extraduralmente, donde actúa sobre los nervios espinales S2-Co1 de la cola de caballo. La altura hasta donde asciende el anestésico se controla por la cantidad inyectada y la posición del paciente. Se produce una anestesia por debajo del bloqueo epidural. Los agentes anestésicos pueden inyectarse también a través de los agujeros sacros posteriores hasta el conducto sacro en torno a las raíces de los nervios espinales **(anestesia epidural transacra)** (fig. C4-7B). La anestesia epidural durante el parto se expone en el capítulo 3.

Lesiones del cóccix

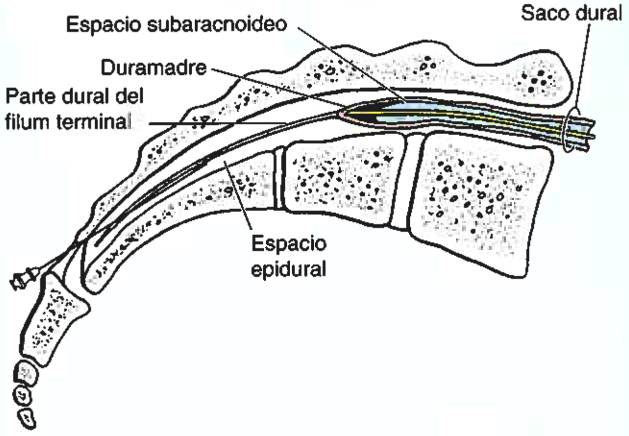
Una caída brusca sobre las nalgas puede causar una sufusión hemorrágica subperióstica dolorosa, o bien una fractura del cóccix o una fractura-luxación de la articulación sacrococcígea. Es frecuente que haya desplazamiento y puede ser necesaria la extirpación quirúrgica del hueso afectado, para aliviar el dolor. En un parto especialmente difícil puede lesionarse el cóccix materno. Un molesto síndrome, la *coccigodinia*, se produce a menudo después de un traumatismo


Ligamento sacrococcígeo
Apófisis espinosa de la 4.ª vértebra sacra
Astas del sacro
Hiato del sacro

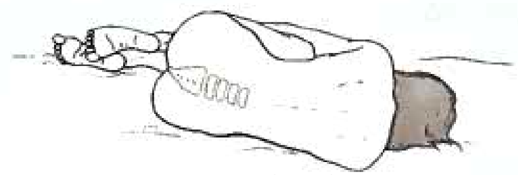
(A) Vista posterior


Cisterna lumbar del espacio subaracnoideo
Piamadre (transparente, cubre las raíces nerviosas de la cola de caballo)
Aracnoides (azul)
Duramadre (rojo) del saco dural
Cola de caballo en el líquido cefalorraquídeo
Espacio epidural
Nivel vertebral S1
Nivel vertebral S2
Nervio espinal S1
Agujeros sacros
Anestesia transacra (epidural)
Nervio espinal S5
Conducto del sacro
Parte dural del filum terminal
Anestesia caudal (epidural)

(B) Vista posterior


Espacio subaracnoideo
Saco dural
Duramadre
Parte dural del filum terminal
Espacio epidural

(C) Corte medio



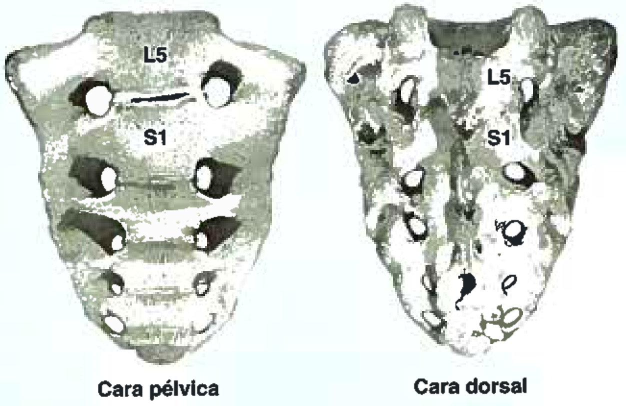
(D) Anestesia transacra (epidural)

FIGURA C4-7.

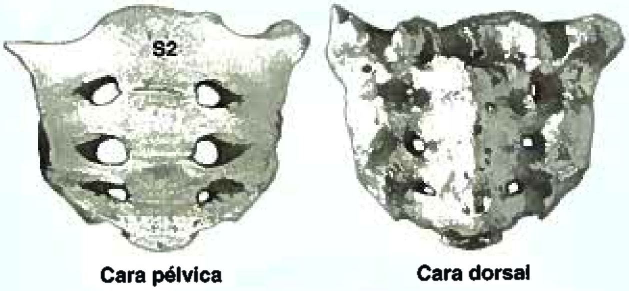
sobre el cóccix; en estos casos, generalmente resulta difícil aliviar el dolor.

Fusión anormal de las vértebras

Aproximadamente en el 5 % de las personas, L5 está parcial o completamente incorporada al sacro —situaciones que se conocen como **hemisacralización** y **sacralización de la vértebra L5** (fig. C4-8A), respectivamente. En otras personas, S1 está más o menos separada del sacro y parcial o completamente fusionada con la vértebra L5, lo que se denomina **lumbarización de la vértebra S1** (fig. C4-8B). Cuando L5 está sacralizada, es frecuente que el nivel L5-S1 sea fuerte y que el nivel L4-5 degenere, lo cual a menudo provoca síntomas dolorosos.



(A) Sacralización de la vértebra L5



(B) Lumbarización de la vértebra S1
(S1 no forma parte del sacro)

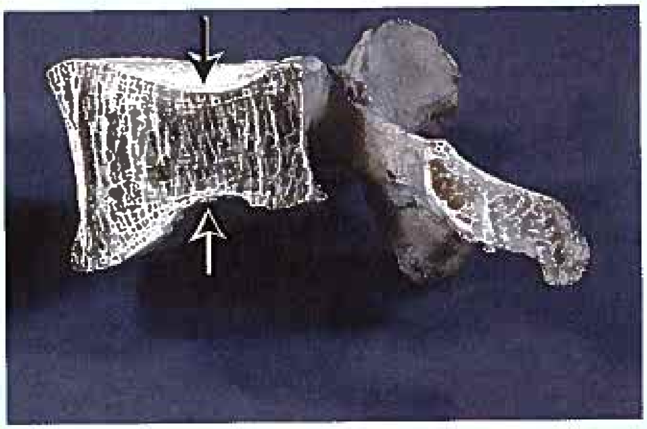
FIGURA C4-8.

Efecto del envejecimiento sobre las vértebras

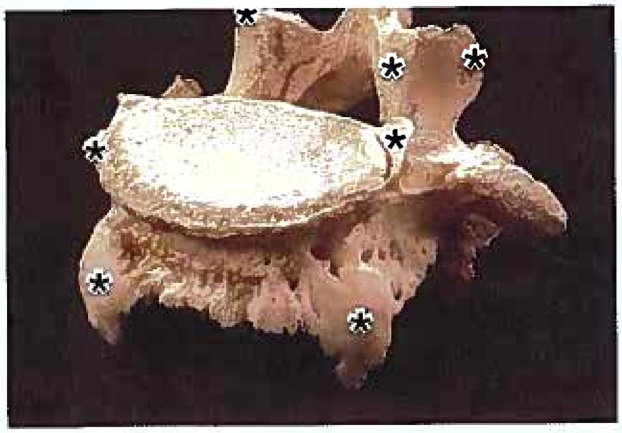
Entre el nacimiento y los 5 años de edad, el cuerpo de una vértebra lumbar típica aumenta tres veces de altura (desde 5-6 mm hasta 15-18 mm), y entre los 5 y 13 años aumenta otro 45 % a 50 %. El crecimiento longitudinal prosigue durante toda la adolescencia, pero el ritmo disminuye y cesa entre los 18 y 25 años.

Durante la época media de la vida y la vejez disminuyen globalmente la densidad y la fortaleza óseas, especialmente en la parte central del cuerpo vertebral. A consecuencia de ello, las superficies articulares se arquean gradualmente hacia dentro, de tal modo que las caras superior e inferior de las vértebras se vuelven cada vez más cóncavas (fig. C4-9A), y los discos intervertebrales se hacen progresivamente convexos. La pérdida ósea y el consiguiente cambio morfológico de los cuerpos vertebrales pueden ser parcialmente causantes de la disminución de talla que se produce con el envejecimiento. El desarrollo de estas concavidades puede producir un aparente estrechamiento del «espacio» intervertebral radiológico, basado en la distancia entre los bordes de los cuerpos vertebrales; sin embargo, ello no debe interpretarse como una pérdida de grosor del disco intervertebral.

El envejecimiento de los discos intervertebrales combinado con el cambio morfológico de las vértebras da lugar a que aumenten las fuerzas compresivas en la periferia de los cuerpos vertebrales, donde se unen los discos. En respuesta, suelen desarrollarse *osteófitos* (espolones óseos) en torno a los bordes del cuerpo vertebral (a lo largo de las fijaciones de las fibras de la parte externa del disco), especialmente en su partes anterior y posterior (fig. C4-9B). De modo similar, como la alteración de la mecánica aumenta las fuerzas que inciden sobre las articulaciones



(A) Vista medial de la mitad derecha de una vértebra lumbar



(B) Vista oblicua anterosuperior izquierda * Osteófitos

FIGURA C4-9. Efectos del envejecimiento sobre las vértebras.

cigapofisarias, aparecen osteófitos en las fijaciones de las cápsulas articulares y de los ligamentos accesorios, en particular en los de las apófisis articulares superiores, mientras que se desarrollan extensiones del cartílago articular en torno a las caras articulares de las apófisis inferiores.

Este crecimiento óseo o cartilaginoso que ocurre en las edades avanzadas se ha considerado tradicionalmente como un proceso patológico (*espondilosis* en el caso de los cuerpos vertebrales, *artrosis* en las articulaciones cigapofisarias), pero puede ser más realista interpretarlo como un previsible cambio morfológico con la edad, que representaría la *anatomía normal* a cierta edad.

A menudo resulta difícil establecer una correlación entre estos cambios y la aparición de dolor. Algunos individuos con estas manifestaciones presentan dolor; otros con los mismos cambios relacionados con la edad no sufren dolor, y otros presentan escasos cambios morfológicos, pero experimentan los mismos tipos de dolor que los individuos con cambios evidentes. Teniendo en cuenta estos hechos y la aparición típica de los mencionados cambios, algunos clínicos han sugerido que dichos cambios relacionados con la edad no deben considerarse patológicos sino como la anatomía normal del envejecimiento (Bogduk, 2005).

Anomalías de las vértebras

Algunas veces, la epífisis de una apófisis transversa no se fusiona. Por lo tanto, hay que tener cautela para no interpretar la persistencia de una epífisis como una fractura vertebral en una radiografía o una TC.

Una anomalía congénita frecuente en la columna vertebral es la **espina bífida oculta,** en la cual los arcos neurales de L5 y/o S1 no se desarrollan normalmente y no se fusionan por detrás del conducto vertebral. Este defecto óseo ocurre hasta en el 24% de la población (Greer, 2000), habitualmente en el arco vertebral de L5 y/o S1. El defecto queda oculto por la piel suprayacente, pero su localización a menudo está indicada por un mechón de pelo (Moore y Persaud, 2008). La mayoría de los individuos con espina bífida oculta no sufren problemas en el dorso. En la exploración neonatal hay que palpar sucesivamente las vértebras adyacentes para comprobar que los arcos vertebrales se hallan intactos y continuos desde la región cervical hasta la sacra.

En los tipos graves de espina bífida, o **espina bífida quística,** uno o más arcos vertebrales no se desarrollan por completo. La espina bífida quística se asocia con hernia de las meninges (*meningocele,* una espina bífida asociada con un quiste meníngeo) y/o de la médula espinal (*mielomeningocele*) (fig. C4-10). En los casos graves de mielomeningocele suele haber síntomas neurológicos (p. ej., parálisis de los miembros y trastornos en el control de los esfínteres). Las formas graves de espina bífida ocurren por **defectos del tubo neural,** como su cierre defectuoso durante la 4.ª semana del desarrollo embrionario (Moore y Persaud, 2008).

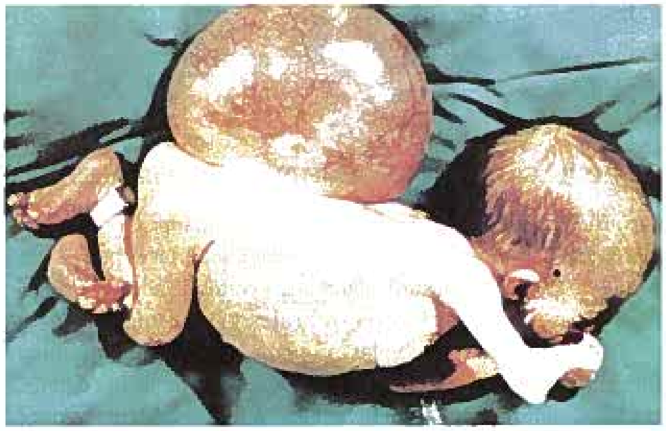


FIGURA C4-10. Lactante con espina bífida quística.

Puntos fundamentales

VÉRTEBRAS

Vértebras típicas. Las vértebras constan de cuerpos vertebrales, que soportan el peso y cuyo tamaño aumenta proporcionalmente a ello; y arcos vertebrales, que albergan y protegen conjuntamente a la médula espinal y las raíces de los nervios espinales. ♦ Las apófisis, que se extienden a partir del arco, proporcionan inserción y apalancamiento a los músculos o dirigen los movimientos entre las vértebras.

Características regionales de las vértebras. Las principales características regionales de las vértebras son: ♦ agujeros transversos en las vértebras cervicales, ♦ fositas costales en las vértebras torácicas, ♦ ausencia de agujeros transversos y de fositas costales en las vértebras lumbares, ♦ fusión de las vértebras sacras adyacentes, y ♦ naturaleza rudimentaria de las vértebras coccígeas.

Osificación de las vértebras. Las vértebras se osifican típicamente a partir de tres centros de osificación primarios dentro de un molde cartilaginoso: un centrum, que formará la mayor parte del cuerpo vertebral, y un centro en cada mitad del arco neural. ♦ Así pues, al nacimiento, la mayoría de las vértebras constan de tres partes óseas unidas por cartílago hialino. ♦ La fusión se produce durante los 6 primeros años según un patrón centrífugo a partir de la región lumbar. ♦ Durante la pubertad aparecen cinco centros de osificación secundarios: tres relacionados con la apófisis espinosa y las apófisis transversas, y dos epífisis anulares en torno a los bordes superior e inferior del cuerpo vertebral. ♦ Los elementos costales formados en asociación con el centro de osificación de las apófisis transversas suelen formar costillas sólo en la región torácica. En otras regiones forman componentes de las apófisis transversas o sus equivalentes. ♦ El conocimiento del patrón de osificación de las vértebras permite comprender la estructura normal de las vértebras típicas y atípicas, así como sus variaciones y malformaciones.

COLUMNA VERTEBRAL

La **columna vertebral** es una estructura conjunta que consta normalmente de 33 vértebras y sus componentes que las unen en una organización funcional y estructural única —el «eje» del esqueleto axial. Debido a que proporciona el «núcleo» central semirrígido en torno al cual se producen los movimientos del tronco, las estructuras «blandas» o huecas que siguen un curso longitudinal pueden sufrir lesiones o torsión (p. ej., la médula espinal, la aorta descendente, las venas cavas, el conducto torácico y el esófago). Por lo tanto, se hallan en estrecha proximidad con el eje vertebral, donde reciben su apoyo semirrígido y se minimizan las fuerzas de torsión sobre dichas estructuras.

Articulaciones de la columna vertebral

Las articulaciones de la columna vertebral incluyen:

- Articulaciones de los cuerpos vertebrales.
- Articulaciones de los arcos vertebrales.
- Articulaciones craneovertebrales (atlantoaxial y atlantooccipital).
- Articulaciones costovertebrales (v. cap. 1).
- Articulaciones sacroilíacas (v. cap. 3).

ARTICULACIONES DE LOS CUERPOS VERTEBRALES

Las articulaciones de los cuerpos vertebrales son *sínfisis* (*articulaciones cartilaginosas secundarias*) destinadas a soportar el peso y tener fortaleza. Las superficies articulares de las vértebras adyacentes están conectadas por **discos intervertebrales** y ligamentos (fig. 4-14).

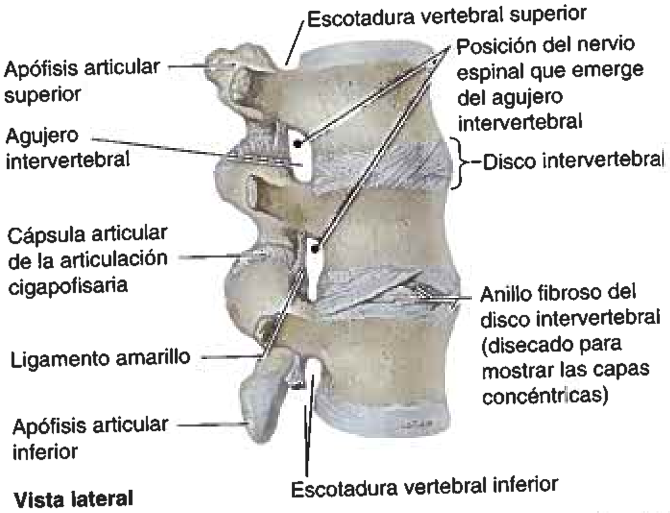
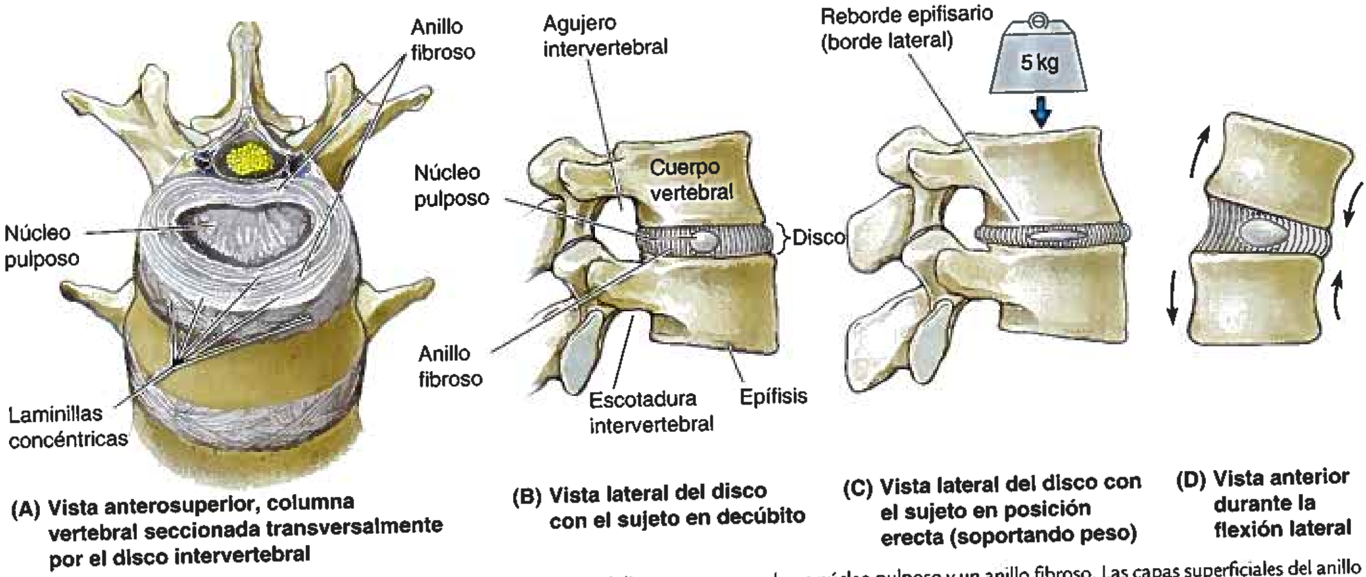

Escotadura vertebral superior
Apófisis articular superior
Posición del nervio espinal que emerge del agujero intervertebral
Agujero intervertebral
Disco intervertebral
Cápsula articular de la articulación cigapofisaria
Anillo fibroso del disco intervertebral (disecado para mostrar las capas concéntricas)
Ligamento amarillo
Apófisis articular inferior
Vista lateral
Escotadura vertebral inferior

FIGURA 4-14. Vértebras y discos intervertebrales lumbares. En esta vista de la región lumbar superior se observa la estructura de los anillos fibrosos de los discos y las estructuras que intervienen en la formación de los agujeros intervertebrales. El disco forma la mitad inferior del borde anterior de un agujero intervertebral (excepto en la región cervical). Por lo tanto, la hernia del disco no afecta al nervio espinal que sale de la parte superior del orificio, rodeado por el hueso.

Los discos intervertebrales proporcionan una unión potente entre los cuerpos vertebrales, los unen para formar una columna continua semirrígida y forman la mitad inferior del borde anterior del orificio intervertebral. En conjunto, los discos componen el 20 %-25 % de la longitud total (altura) de la columna vertebral (figura 4-1). Además de permitir movimientos entre las vértebras adyacentes, su deformabilidad elástica les capacita para absorber los choques. Cada disco intervertebral se compone de un *anillo fibroso*, que es una parte fibrosa externa formada por laminillas concéntricas de fibrocartílago, y una masa central gelatinosa denominada *núcleo pulposo.*

El **anillo fibroso** es un anillo abultado que consta de laminillas concéntricas de fibrocartílago que constituyen la circunferencia externa del disco intervertebral (figs. 4-14 y 4-15A). Los anillos se


Anillo fibroso
Núcleo pulposo
Laminillas concéntricas
Agujero intervertebral
Núcleo pulposo
Cuerpo vertebral
Disco
Anillo fibroso
Escotadura intervertebral
Epífisis
Reborde epifisario (borde lateral)
5 kg

(A) Vista anterosuperior, columna vertebral seccionada transversalmente por el disco intervertebral

(B) Vista lateral del disco con el sujeto en decúbito

(C) Vista lateral del disco con el sujeto en posición erecta (soportando peso)

(D) Vista anterior durante la flexión lateral

FIGURA 4-15. Estructura y función de los discos intervertebrales. A. El disco se compone de un núcleo pulposo y un anillo fibroso. Las capas superficiales del anillo se han cortado y separado para mostrar la dirección de las fibras. Nótese que el grosor combinado de las laminillas que forman el anillo disminuye en la parte posterior; es decir, el anillo es más delgado en la parte de atrás. **B.** El núcleo pulposo fibrocartilaginoso ocupa el centro del disco y actúa como un mecanismo de almohadillado para absorber los choques. **C.** El núcleo pulposo se aplana y el anillo fibroso protruye al aplicar peso, como ocurre al estar de pie y sobre todo al cargar pesos. **D.** Durante los movimientos de flexión y extensión, el núcleo pulposo sirve de punto de apoyo. El anillo queda sometido simultáneamente a compresión en un lado y tensión en el otro.

insertan en los *rebordes epifisarios,* lisos y redondeados, en las caras articulares de los cuerpos vertebrales, formados por la fusión de las *epífisis anulares* (fig. 4-2B). Las fibras que forman cada laminilla cursan oblicuamente de una vértebra a otra, alrededor de 30° o más desde la vertical. Las fibras de las laminillas adyacentes se entrecruzan oblicuamente en direcciones opuestas y ángulos mayores de 60° (fig. 4-14). Esta disposición permite una rotación limitada entre las vértebras adyacentes, al tiempo que proporciona una fuerte unión entre ellas. El anillo es más delgado en la parte posterior, donde en el adulto puede estar incompleto en la región cervical (Mercer y Bogduk, 1999). La vascularización del anillo va disminuyendo hacia su parte central, y sólo hay inervación sensitiva en su tercio externo.

El **núcleo pulposo** es el centro del disco intervertebral (fig. 4-15A). Al nacimiento contiene cerca de un 88 % de agua y es más cartilaginoso que fibroso. En gran medida, su naturaleza semilíquida es la causa de la flexibilidad y elasticidad del disco intervertebral, y de la columna vertebral en conjunto.

Las fuerzas verticales deforman los discos intervertebrales, que actúan como amortiguadores de los choques. El núcleo pulposo se vuelve más ancho al comprimirse, y más delgado cuando se tensa o distiende (como cuando uno está colgado o suspendido) (fig. 4-15C). La compresión y la tensión ocurren simultáneamente en el mismo disco durante la flexión, anterior y lateral, y la extensión de la columna vertebral (fig. 4-15D). Durante estos movimientos, así como en la rotación, el núcleo turgente actúa como un punto de apoyo semilíquido. Debido a que las laminillas del anillo fibroso son más delgadas y menos numerosas posteriormente que en las partes anterior y lateral, el núcleo pulposo no queda centrado en el disco, sino que se sitúa entre el centro y su parte posterior. El núcleo pulposo es avascular y recibe sus nutrientes por difusión desde los vasos sanguíneos situados en la periferia del anillo fibroso y el cuerpo vertebral.

No hay disco intervertebral entre las vértebras C1 y C2; el disco funcional más inferior es el situado entre las vértebras L5 y S1. Los discos varían de grosor según las diferentes regiones, y aumenta a medida que se desciende en la columna vertebral. Sin embargo, su grosor en relación con el tamaño de los cuerpos vertebrales que conectan está más en función de la gama de movimientos, y el grosor relativo es mayor en las regiones cervical y lumbar. El grosor es más uniforme en la región torácica. Los discos son más gruesos anteriormente en las regiones cervical y lumbar; su diversa morfología ocasiona las curvaturas secundarias de la columna vertebral.

Las **«articulaciones»** o **hendiduras uncovertebrales** (de Luschka) se desarrollan comúnmente después de los 10 años de edad entre las apófisis unciformes de los cuerpos vertebrales de C3 o C4 a C6 o C7 y las superficies inferolaterales biseladas de los cuerpos vertebrales inmediatamente superiores (fig. 4-16). Las articulaciones se hallan en los bordes lateral y posterolateral de los discos intervertebrales. Las superficies articulares de estas estructuras semejantes a articulaciones están cubiertas por un cartílago humedecido por el líquido contenido en un espacio potencial interpuesto, o «cápsula». Algunos las consideran como articulaciones sinoviales; otros creen que se trata de espacios (hendiduras) degenerativos en los discos, ocupados por líquido extracelular. Las articulaciones uncovertebrales son lugares donde con frecuencia se forman espolones óseos en los últimos años, que pueden ocasionar dolor cervical.

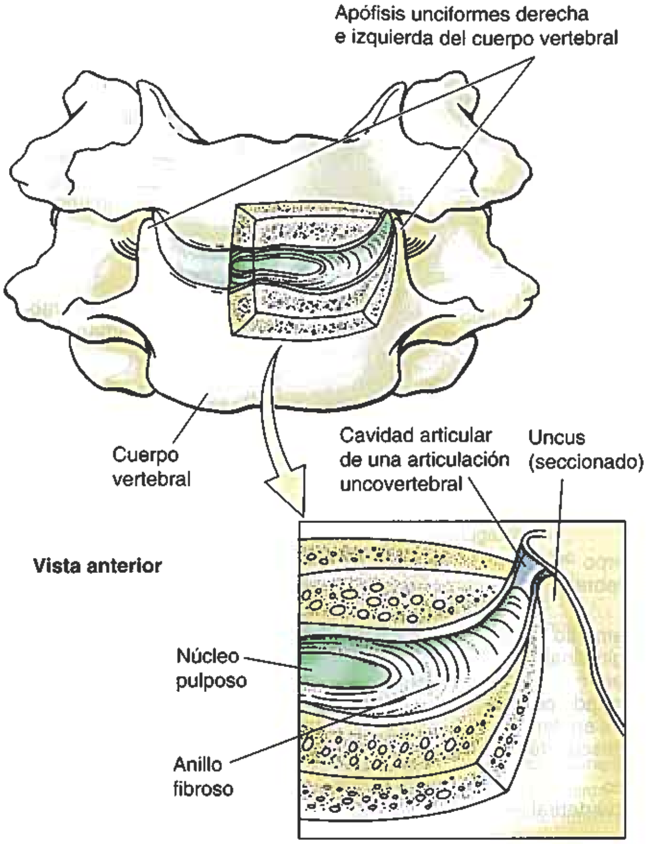

Apófisis unciformes derecha e izquierda del cuerpo vertebral
Cuerpo vertebral
Cavidad articular de una articulación uncovertebral
Uncus (seccionado)
Vista anterior
Núcleo pulposo
Anillo fibroso

FIGURA 4-16. Articulaciones uncovertebrales. Estas pequeñas estructuras, semejantes a articulaciones sinoviales, se hallan entre las apófisis unciformes de los cuerpos de las vértebras inferiores y las superficies en bisel de los cuerpos vertebrales inmediatamente superiores. Estas articulaciones se encuentran en los bordes posterolaterales de los discos intervertebrales.

El **ligamento longitudinal anterior** es una potente banda fibrosa ancha que cubre y conecta las caras anterolaterales de los cuerpos y discos intervertebrales (fig. 4-17). El ligamento se extiende longitudinalmente desde la cara pélvica del sacro hasta el tubérculo anterior de la vértebra C1 y el hueso occipital por delante del agujero magno; las partes más superiores reciben los nombres específicos de ligamentos atlantoaxial anterior y atlantooccipital. Aunque es más grueso sobre la cara anterior de los cuerpos vertebrales (en las ilustraciones a menudo sólo se representa esta porción), el ligamento longitudinal anterior cubre también las caras laterales de los cuerpos vertebrales hasta el agujero intervertebral. Este ligamento impide la hiperextensión de la columna vertebral y mantiene la estabilidad de las articulaciones entre los cuerpos vertebrales. *El ligamento longitudinal anterior es el único ligamento que limita la extensión*; todos los demás ligamentos intervertebrales limitan tipos de flexión.

El **ligamento longitudinal posterior** es una banda mucho más estrecha y algo más débil que el ligamento longitudinal anterior (fig. 4-17; v. también fig. 4-18B). Cursa por dentro del conducto vertebral, a lo largo de la cara posterior de los cuerpos vertebrales. Se fija principalmente a los discos intervertebrales y menos a la cara posterior de los cuerpos vertebrales, desde C2 hasta el sacro; a menudo hay tejido adiposo y vasos sanguíneos entre el ligamento y la superficie ósea. El ligamento se opone débilmente a la hiperflexión de la columna vertebral y ayuda a evitar o redirigir la hernia posterior del núcleo pulposo. Posee abundantes terminaciones nerviosas nociceptivas (dolor).

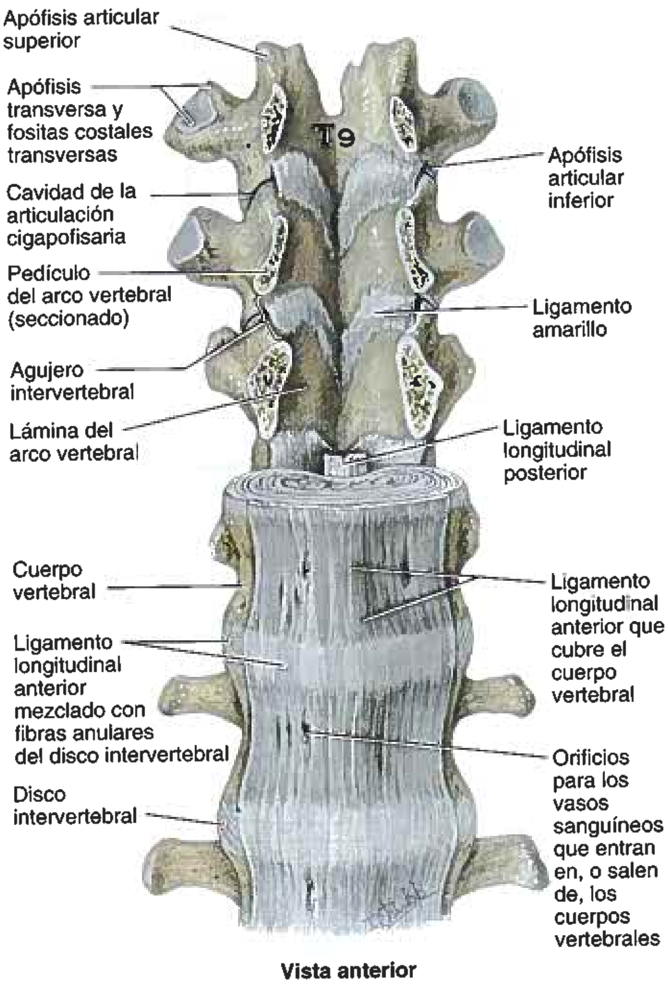

Apófisis articular superior
Apófisis transversa y fositas costales transversas
T9
Cavidad de la articulación cigapofisaria
Pedículo del arco vertebral (seccionado)
Agujero intervertebral
Lámina del arco vertebral
Apófisis articular inferior
Ligamento amarillo
Ligamento longitudinal posterior
Cuerpo vertebral
Ligamento longitudinal anterior mezclado con fibras anulares del disco intervertebral
Disco intervertebral
Ligamento longitudinal anterior que cubre el cuerpo vertebral
Orificios para los vasos sanguíneos que entran en, o salen de, los cuerpos vertebrales
Vista anterior

FIGURA 4-17. Relación de los ligamentos con las vértebras y los discos intervertebrales. Se muestran las vértebras torácicas inferiores (T9-12) y las lumbares superiores (L1-2), con sus discos y ligamentos asociados. Los pedículos de las vértebras T9-11 se han seccionado y se han eliminado sus cuerpos vertebrales y discos intermedios para obtener una vista anatómica de la pared posterior del conducto vertebral. Entre los pedículos adyacentes derechos o izquierdos, las apófisis articulares inferior y superior y las articulaciones cigapofisarias entre ellas (cuyas cápsulas articulares se han eliminado) y la extensión más lateral de los ligamentos amarillos, se forman los límites posteriores de los agujeros intervertebrales. El ligamento longitudinal anterior es ancho, mientras que el ligamento longitudinal posterior es estrecho.

ARTICULACIONES DE LOS ARCOS VERTEBRALES

Las articulaciones de los arcos vertebrales son las **articulaciones cigapofisarias.** Se trata de articulaciones sinoviales planas formadas entre las apófisis articulares superior e inferior (*cigapófisis*) de las vértebras adyacentes (figs. 4-15 y 4-17). Cada articulación está rodeada por una **cápsula articular.** Las cápsulas de la región cervical son especialmente delgadas y laxas, lo que refleja su amplia gama de movimientos (fig. 4-18). La cápsula está unida a los bordes de las superficies articulares de las apófisis articulares de vértebras adyacentes. Ligamentos accesorios unen las láminas, las apófisis transversas y las apófisis espinosas, y ayudan a estabilizar las articulaciones.

Las articulaciones cigapofisarias permiten movimientos de deslizamiento entre las apófisis articulares; la forma y la disposición de las superficies articulares determinan los tipos de movimientos posibles. El margen (amplitud) de movimiento viene determinado por el tamaño del disco intervertebral en relación con el tamaño del cuerpo vertebral. En las regiones cervical y lumbar, estas articulaciones soportan un cierto peso y comparten esta función con los discos intervertebrales, especialmente durante la flexión lateral.

Las articulaciones cigapofisarias están inervadas por ramas articulares procedentes de los ramos mediales de los ramos posteriores de los nervios espinales (fig. 4-19). Cuando estos nervios pasan posteroinferiormente, se sitúan en unos surcos sobre las superficies posteriores de la parte medial de las apófisis transversas. Cada rama articular inerva dos articulaciones adyacentes; por lo tanto, cada articulación está inervada por dos nervios.

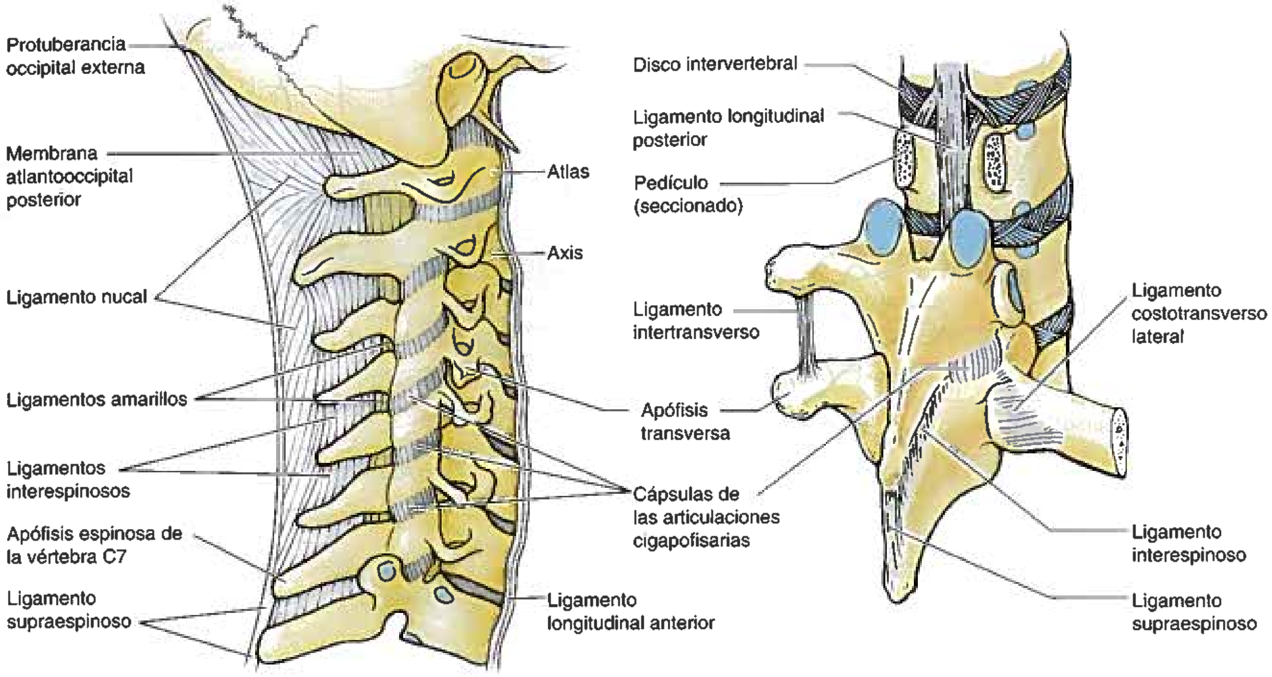
LIGAMENTOS ACCESORIOS DE LAS ARTICULACIONES INTERVERTEBRALES

Las láminas de los arcos vertebrales adyacentes están unidas por bandas anchas de tejido elástico amarillo claro, denominadas **ligamentos amarillos.** Estos ligamentos se extienden casi verticalmente desde la lámina superior a la inferior; las de ambos lados se unen y mezclan en la línea media (figs. 4-14 y 4-17). Los ligamentos amarillos unen las láminas de las vértebras adyacentes y forman secciones alternas de la pared posterior del conducto vertebral. Los ligamentos amarillos son largos, delgados y anchos en la región cervical, más gruesos en la región torácica y aún más gruesos en la lumbar. Estos ligamentos se oponen a la separación de las láminas vertebrales, al limitar la flexión brusca de la columna vertebral; por lo tanto, evitan las lesiones de los discos intervertebrales. Los ligamentos amarillos, fuertes y elásticos, ayudan a preservar las curvaturas normales de la columna vertebral y a enderezarla después de una flexión.

Las apófisis espinosas adyacentes están unidas por ligamentos interespinosos débiles, a menudo membranosos, y por ligamentos supraespinosos, potentes y fibrosos (fig. 4-18A y B). Los delgados **ligamentos interespinosos** conectan las apófisis espinosas adyacentes y se insertan desde la raíz hasta el vértice de cada apófisis. Los **ligamentos supraespinosos,** semejantes a un cordón, que conectan los vértices de las apófisis espinosas desde C7 hasta el sacro, se fusionan en la zona superior con el ligamento nucal en el dorso del cuello (fig. 4-18A). A diferencia de los ligamentos interespinosos y supraespinosos, el **ligamento nucal,** fuerte y ancho, está compuesto por un grueso tejido fibroelástico que se extiende en forma de banda media desde la protuberancia occipital externa y el borde posterior del agujero magno hasta las apófisis espinosas de las vértebras cervicales. Debido a la cortedad y profundidad de las apófisis espinosas de C3-5, el ligamento nucal proporciona inserción a los músculos que se unen a las apófisis espinosas de las vértebras a otros niveles. Los **ligamentos intertransversos,** que conectan las apófisis transversas adyacentes, están formados por fibras dispersas en la región cervical y por cordones fibrosos en la torácica (fig. 4-18B). En la región lumbar, estos ligamentos son delgados y membranosos.

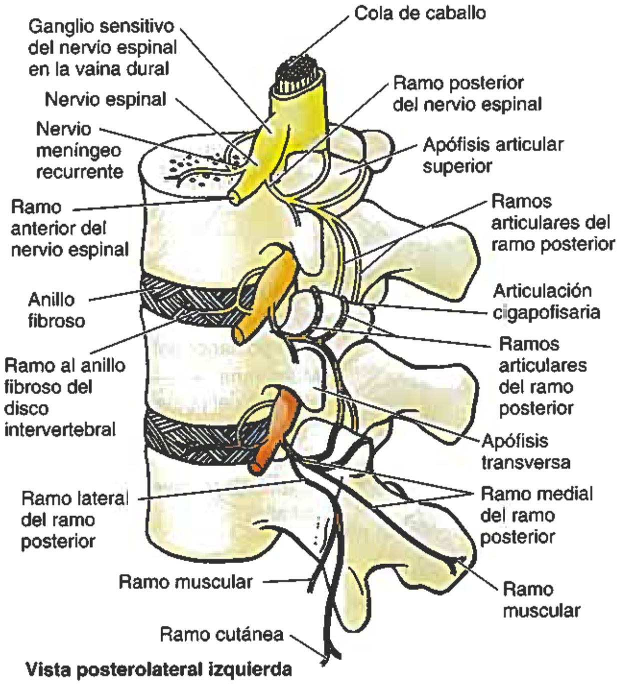
ARTICULACIONES CRANEOVERTEBRALES

Existen dos clases de articulaciones craneovertebrales: las *articulaciones atlantooccipitales*, formadas entre el atlas (vértebra C1)


Protuberancia occipital externa
Membrana atlantooccipital posterior
Ligamento nucal
Ligamentos amarillos
Ligamentos interespinosos
Apófisis espinosa de la vértebra C7
Ligamento supraespinoso
Atlas
Axis
Ligamento longitudinal anterior
Disco intervertebral
Ligamento longitudinal posterior
Pedículo (seccionado)
Ligamento intertransverso
Apófisis transversa
Cápsulas de las articulaciones cigapofisarias
Ligamento costotransverso lateral
Ligamento interespinoso
Ligamento supraespinoso

(A) Vista lateral derecha **(B) Vista oblicua posterior derecha**

FIGURA 4-18. Articulaciones y ligamentos de la columna vertebral. A. Se muestran los ligamentos de la región cervical. Por encima de la apófisis espinosa prominente de C7 (vértebra prominente), las apófisis espinosas están situadas profundamente y unidas al ligamento nucal suprayacente. **B.** Se muestran los ligamentos de la región torácica. Los pedículos de las dos vértebras superiores se han seccionado y se han eliminado los arcos vertebrales para poner de manifiesto el ligamento longitudinal posterior. Se exponen los ligamentos intertransverso, supraespinoso e interespinoso en asociación con las vértebras cuyos arcos vertebrales están intactos.


Cola de caballo
Ganglio sensitivo del nervio espinal en la vaina dural
Nervio espinal
Nervio meníngeo recurrente
Ramo anterior del nervio espinal
Anillo fibroso
Ramo al anillo fibroso del disco intervertebral
Ramo lateral del ramo posterior
Ramo muscular
Ramo cutánea
Ramo posterior del nervio espinal
Apófisis articular superior
Ramos articulares del ramo posterior
Articulación cigapofisaria
Ramos articulares del ramo posterior
Apófisis transversa
Ramo medial del ramo posterior
Ramo muscular

Vista posterolateral izquierda

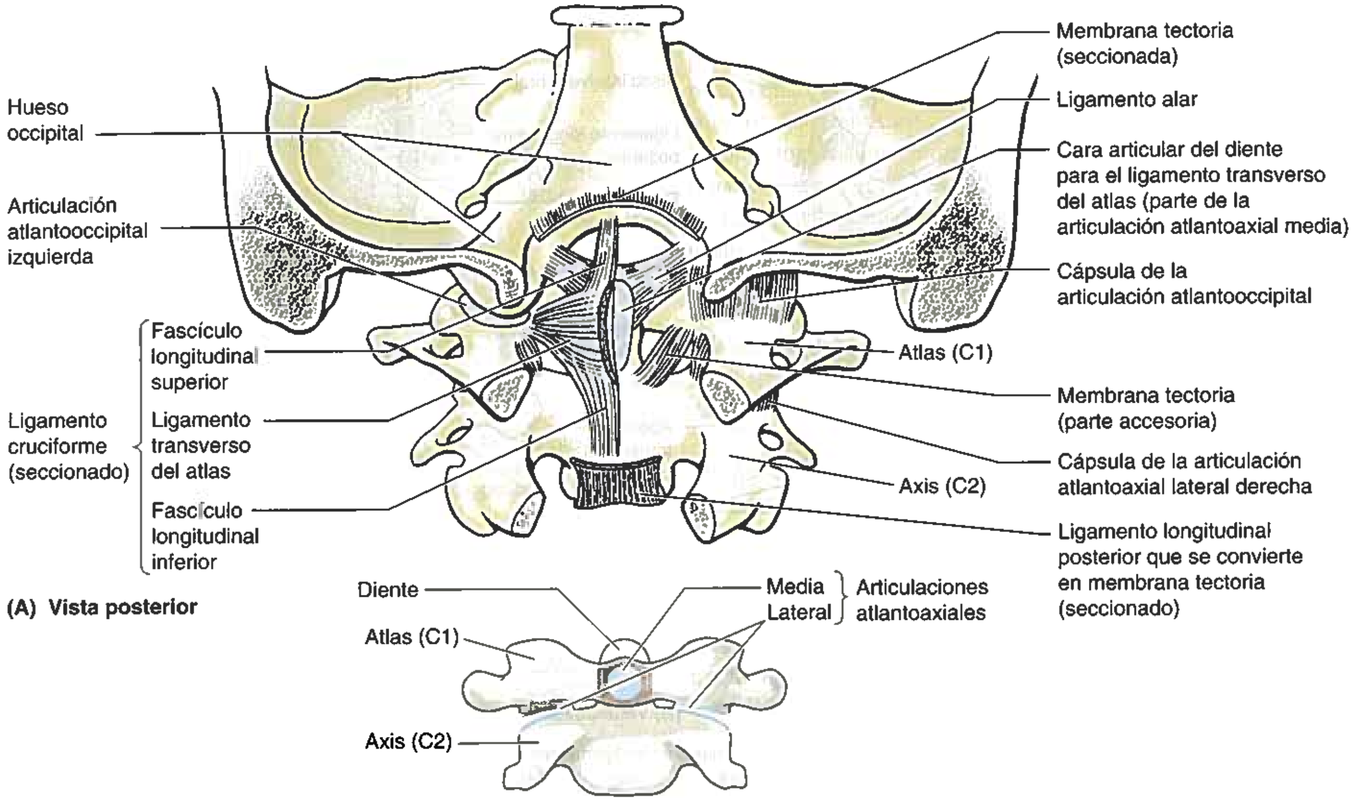
FIGURA 4-19. Inervación de las articulaciones cigapofisarias. Los ramos posteriores proceden de los nervios espinales por fuera del agujero intervertebral y se dividen en ramos medial y lateral. El ramo medial da lugar a ramos articulares, que se distribuyen en la articulación cigapofisaria a ese nivel, y en la articulación situada a un nivel por debajo de su salida. Por lo tanto, cada articulación cigapofisaria recibe ramos articulares a partir del ramo medial de los ramos posteriores de dos nervios espinales adyacentes. Los ramos mediales de ambos ramos posteriores se han de seccionar para denervar una articulación cigapofisaria.

y el hueso occipital, y las *articulaciones atlantoaxiales*, entre el atlas y el axis (vértebra C2) (fig. 4-20). La palabra griega *atlanto* se refiere al atlas (vértebra C1). Las articulaciones craneovertebrales son de tipo sinovial, sin discos intervertebrales. Su disposición permite una gama de movimientos más amplia que en el resto de la columna vertebral. Las articulaciones comprenden los cóndilos occipitales, el atlas y el axis.

Articulaciones atlantooccipitales. Las articulaciones se hallan entre las caras articulares superiores de las masas laterales del atlas y los cóndilos occipitales (figs. 4-6A y B, y 4-20A). Estas articulaciones permiten los movimientos de flexión y extensión de la cabeza, como en la afirmación gestual. También permiten la inclinación lateral de la cabeza. El principal movimiento es la flexión, con escasa flexión lateral y rotación. Son articulaciones sinoviales de tipo condíleo, con cápsulas delgadas y laxas.

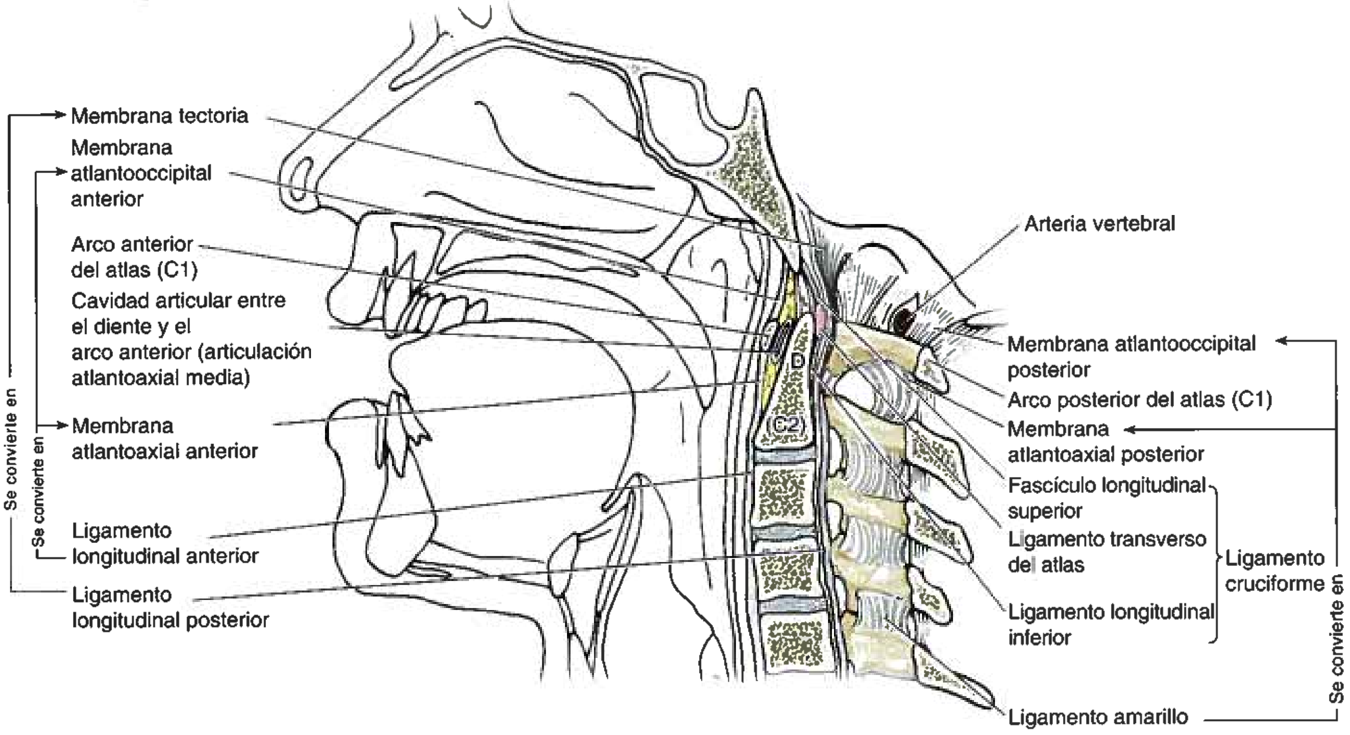
El cráneo y C1 están conectados también por las **membranas atlantooccipitales anterior y posterior,** que se extienden desde los arcos anterior y posterior de C1 hasta los bordes anterior y posterior del agujero magno (figs. 4-20B y 4-21). Las membranas anteriores están compuestas por fibras anchas, densamente entrelazadas (especialmente en la zona central, donde continúan con el ligamento longitudinal anterior). Las membranas posteriores son anchas, pero relativamente débiles. Las membranas atlantooccipitales ayudan a evitar los movimientos excesivos de las articulaciones atlantooccipitales.

Articulaciones atlantoaxiales. Hay tres articulaciones atlantoaxiales (fig. 4-20A a D): dos (derecha e izquierda) **articulaciones atlantoaxiales laterales** (entre las caras inferiores de las masas laterales de C1 y las caras superiores de C2) y una **articulación**


Hueso occipital
Articulación atlantooccipital izquierda
Ligamento cruciforme (seccionado)
Fascículo longitudinal superior
Ligamento transverso del atlas
Fascículo longitudinal inferior
Membrana tectoria (seccionada)
Ligamento alar
Cara articular del diente para el ligamento transverso del atlas (parte de la articulación atlantoaxial media)
Cápsula de la articulación atlantooccipital
Atlas (C1)
Membrana tectoria (parte accesoria)
Cápsula de la articulación atlantoaxial lateral derecha
Axis (C2)
Ligamento longitudinal posterior que se convierte en membrana tectoria (seccionado)
Diente
Atlas (C1)
Axis (C2)
Media
Lateral
Articulaciones atlantoaxiales

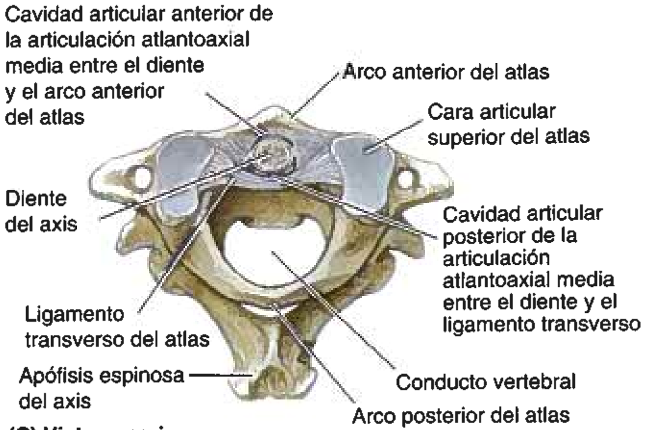
(A) Vista posterior

Tres articulaciones atlantoaxiales

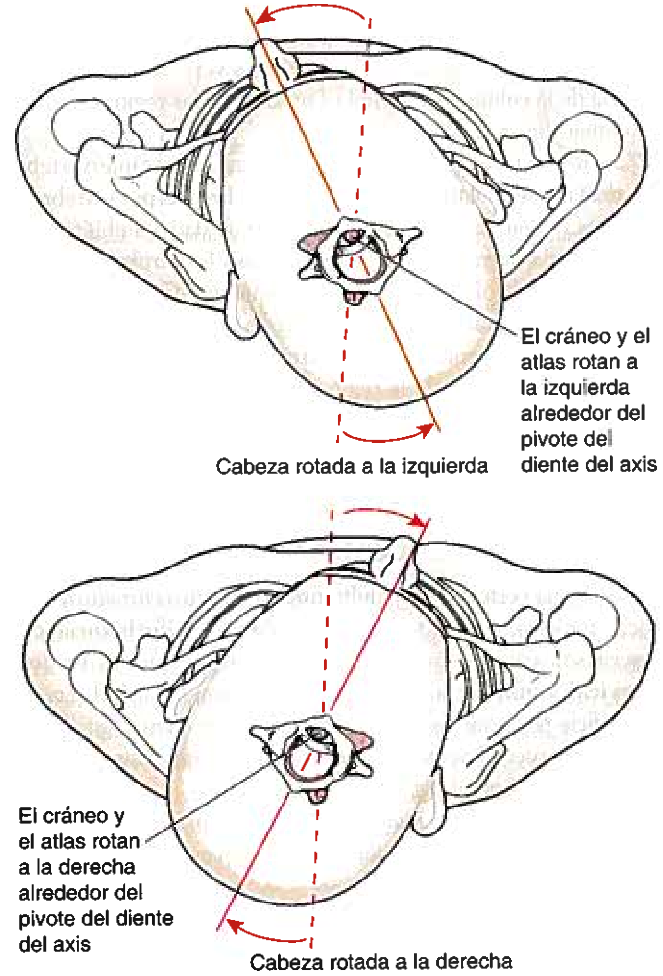

Membrana tectoria
Membrana atlantooccipital anterior
Arco anterior del atlas (C1)
Cavidad articular entre el diente y el arco anterior (articulación atlantoaxial media)
Membrana atlantoaxial anterior
Ligamento longitudinal anterior
Ligamento longitudinal posterior
Se convierte en
Se convierte en
D
C2
Arteria vertebral
Membrana atlantooccipital posterior
Arco posterior del atlas (C1)
Membrana atlantoaxial posterior
Fascículo longitudinal superior
Ligamento transverso del atlas
Ligamento longitudinal inferior
Ligamento cruciforme
Ligamento amarillo
Se convierte en

(B) Vista medial de la mitad derecha de la cabeza y la parte superior del cuello seccionados

FIGURA 4-20. Articulaciones y ligamentos craneovertebrales. A. Ligamentos de las articulaciones atlantooccipitales y atlantoaxiales. La membrana tectoria y el lado derecho del ligamento cruciforme del atlas se han eliminado para mostrar la unión del ligamento alar derecho al diente de C2 (axis). **B.** En la hemisección de la región craneovertebral se observan las articulaciones medias y las continuidades membranosas de los ligamentos amarillos y los ligamentos longitudinales en dicha región. **C.** El atlas y el axis articulados muestran que la articulación atlantoaxial media está constituida por el arco anterior, y que el ligamento transverso del atlas forma un encaje que alberga el diente del axis. **D.** Durante la rotación de la cabeza, el cráneo y el atlas giran conjuntamente en torno al pivote del axis, como ocurre en los movimientos de negación gestual *(continúa)*.

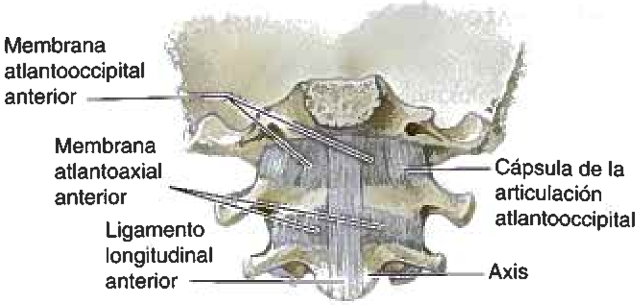

Cavidad articular anterior de la articulación atlantoaxial media entre el diente y el arco anterior del atlas
Arco anterior del atlas
Cara articular superior del atlas
Diente del axis
Cavidad articular posterior de la articulación atlantoaxial media entre el diente y el ligamento transverso
Ligamento transverso del atlas
Apófisis espinosa del axis
Conducto vertebral
Arco posterior del atlas

(C) Vista superior

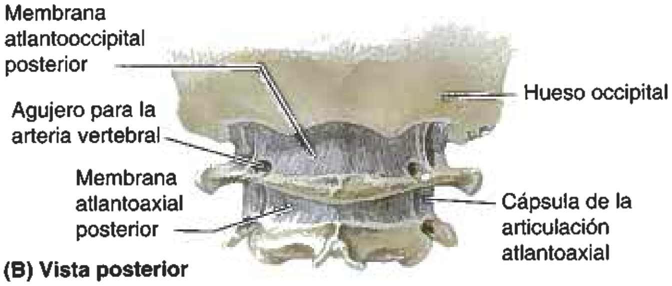

El cráneo y el atlas rotan a la izquierda alrededor del pivote del diente del axis
Cabeza rotada a la izquierda
El cráneo y el atlas rotan a la derecha alrededor del pivote del diente del axis
Cabeza rotada a la derecha

(D) Vistas superiores

FIGURA 4-20. *(Continuación.)*


Membrana atlantooccipital anterior
Membrana atlantoaxial anterior
Ligamento longitudinal anterior
Cápsula de la articulación atlantooccipital
Axis

(A) Vista anterior


Membrana atlantooccipital posterior
Hueso occipital
Agujero para la arteria vertebral
Membrana atlantoaxial posterior
Cápsula de la articulación atlantoaxial

(B) Vista posterior

FIGURA 4-21. Membranas de las articulaciones craneovertebrales. **A.** Solamente se incluye aquí la parte más anterior y gruesa del ligamento longitudinal anterior para mostrar su continuación superior en forma de membrana atlantoaxial anterior y membrana atlantooccipital anterior. Lateralmente, las membranas se mezclan con las cápsulas articulares de las articulaciones atlantoaxial y atlantooccipital laterales. **B.** Las membranas atlantooccipital y atlantoaxial posteriores cruzan los hiatos entre el arco posterior del atlas (C1) y el hueso occipital (borde posterior del agujero magno) superiormente, y las láminas del axis (C2) inferiormente. Las arterias vertebrales penetran en la membrana atlantooccipital antes de atravesar el agujero magno.

atlantoaxial media (entre el diente de C2 y el arco anterior del atlas). Las articulaciones atlantoaxiales laterales son articulaciones sinoviales planas de tipo deslizante, mientras que la articulación atlantoaxial media es de tipo trocoide.

El movimiento en las tres articulaciones atlantoaxiales permite que la cabeza gire de lado a lado (fig. 4-20D), como en la negación gestual. Durante este movimiento, el cráneo y C1 rotan sobre C2 como una unidad. En la rotación de la cabeza, el diente de C2 es el eje o pivote que se mantiene en una cavidad o collarín formado en la parte anterior por el arco anterior del atlas y en la parte posterior por el **ligamento transverso del atlas** (fig. 4-20A a D), una potente banda que se extiende entre los tubérculos existentes en las caras mediales de las masas laterales de la vértebra C1.

Los **fascículos longitudinales** superior e inferior, orientados verticalmente pero mucho más débiles, se extienden desde el ligamento transverso al hueso occipital en la parte superior y hasta el cuerpo de C2 en la parte inferior. El **ligamento cruciforme del atlas,** así denominado por su forma de cruz, se compone del ligamento transverso del atlas y los fascículos longitudinales.

Los **ligamentos alares** se extienden desde los lados del diente del axis hasta los bordes laterales del agujero magno (fig. 4-20A). Estos cordones, cortos, redondeados y aproximadamente de 0,5 cm de diámetro, unen el cráneo con la vértebra C2 y actúan como ligamentos restrictivos para impedir la rotación excesiva de las articulaciones.

La **membrana tectoria** (fig. 4-20A y B) es la potente continuación superior del ligamento longitudinal posterior, que se ensancha y pasa posteriormente sobre la articulación atlantoaxial media y sus ligamentos. Hacia arriba cursa desde el cuerpo de C2, atraviesa el agujero magno y se une a la parte central del suelo de la cavidad craneal, en la superficie interna del hueso occipital.

Movimientos de la columna vertebral

El rango de movimientos de la columna vertebral varía según la región y los distintos individuos. Los contorsionistas, que comienzan su aprendizaje en las primeras épocas de la infancia, son capaces de realizar movimientos extraordinarios. La gama normal de movimientos posibles en un adulto joven y sano disminuye típicamente un 50 % o más con el envejecimiento.

La movilidad de la columna vertebral es consecuencia principalmente de la compresibilidad y elasticidad de los discos intervertebrales. La columna vertebral puede realizar movimientos de flexión y extensión, frontales o laterales, y de rotación (torsión) (fig. 4-22). La inclinación de la columna vertebral a derecha o izquierda de la posición neutra (erecta) es la *flexión lateral;* el retorno a la postura erecta desde la flexión lateral es la *extensión lateral*.

El movimiento de la columna vertebral viene limitado por:

- El grosor, la elasticidad y la compresibilidad de los discos intervertebrales.
- La forma y la orientación de las articulaciones cigapofisarias.
- La tensión de las cápsulas articulares de las articulaciones cigapofisarias.
- La resistencia de los músculos y ligamentos del dorso (p. ej., los ligamentos amarillos y el ligamento longitudinal posterior).
- La fijación a la caja torácica (costillas).
- El volumen del tejido circundante.

Los movimientos no se producen exclusivamente por los músculos del dorso. Éstos reciben ayuda de la acción de la gravedad y de los músculos anterolaterales del abdomen. Los movimientos entre vértebras adyacentes se producen en los elásticos núcleos pulposos de los discos intervertebrales (que sirven de eje al movimiento) y en las articulaciones cigapofisarias.

La orientación de las articulaciones cigapofisarias permite algunos movimientos y limita otros. Con la excepción quizás de C1-2, el movimiento no se produce nunca en un solo segmento de la columna. Aunque los movimientos entre vértebras adyacentes son relativamente pequeños, especialmente en la región torácica, la suma de todos ellos permite una movilidad considerable de la columna vertebral en conjunto (p. ej., en la flexión para tocar el suelo). Los movimientos de la columna vertebral son más libres en las regiones cervical y lumbar que en otras. La flexión, la extensión, la flexión lateral y la rotación del cuello son especialmente libres porque:

- Los discos intervertebrales, aunque delgados en comparación con la mayoría de los otros discos, son gruesos en relación con el tamaño de los cuerpos vertebrales a este nivel.
- Las superficies articulares de las articulaciones cigapofisarias son relativamente grandes y se hallan en planos casi horizontales.
- Las cápsulas de las articulaciones cigapofisarias son laxas.
- El cuello es relativamente delgado (con menos tejidos blandos circundantes en comparación con el tronco).

La flexión de la columna vertebral es máxima en la región cervical (fig. 4-22A). Los planos articulares de la región lumbar, orientados sagitalmente, favorecen la flexión y la extensión. La extensión de la columna vertebral es más notable en la región lumbar y suele ser más amplia que la flexión; sin embargo, el encaje entre las apófisis articulares impide aquí la rotación (fig. 4-9). La región lumbar, al igual que la cervical, posee unos discos intervertebrales grandes en relación con el tamaño de los cuerpos vertebrales. La flexión lateral de la columna vertebral es máxima en las regiones cervical y lumbar (fig. 4-22B).

La región torácica, en cambio, posee unos discos intervertebrales delgados en relación con el tamaño de los cuerpos vertebrales. En esta región, la estabilidad relativa viene dada también por su conexión al esternón mediante las costillas y los cartílagos costales. Los planos articulares están situados aquí en un arco centrado en el cuerpo vertebral, lo que permite la rotación en la región torácica (fig. 4-22C). Esta rotación de la parte superior del tronco, combinada con la rotación de la región cervical y en las articulaciones atlantoaxiales, permite la torsión del esqueleto axial que se produce, por ejemplo, al mirar por encima del hombro. Sin embargo, la flexión, incluida la lateral, está limitada en la región torácica.

Curvaturas de la columna vertebral

La columna vertebral del adulto presenta cuatro *curvaturas:* cervical, torácica, lumbar y sacra (fig. 4-23). Las **cifosis torácica** y **sacra** son cóncavas anteriormente, mientras que las **lordosis cervical** y **lumbar** son cóncavas posteriormente. Al observar la superficie posterior del tronco, especialmente en una vista lateral, se ponen especialmente de manifiesto las curvaturas normales de la columna vertebral (fig. 4-24).

Las cifosis torácica y sacra son **curvaturas primarias** que se desarrollan durante el período fetal en relación con la posición del feto

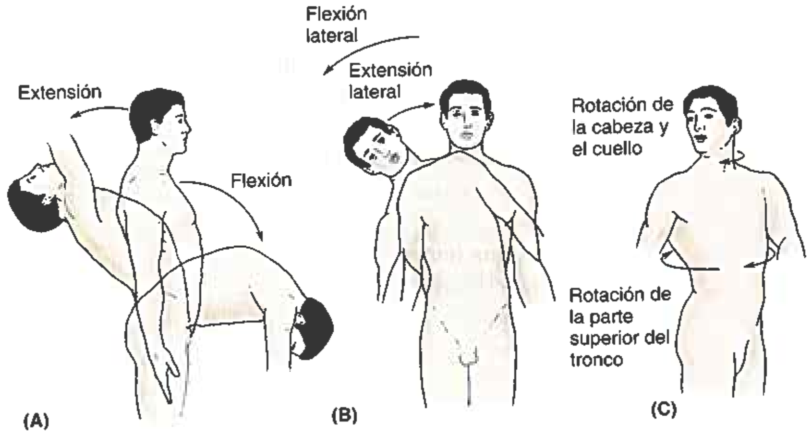

Extensión
Flexión
Flexión lateral
Extensión lateral
Rotación de la cabeza y el cuello
Rotación de la parte superior del tronco
(A)
(B)
(C)

FIGURA 4-22. Movimientos de la columna vertebral. **A.** Se muestran la flexión y la extensión, ambas en el plano medio. Estos dos movimientos se producen sobre todo en las regiones cervical y lumbar. **B.** Flexión lateral (a derecha o izquierda en el plano frontal). También ocurre principalmente en las regiones cervical y lumbar. **C.** Rotación en torno al eje longitudinal. Se produce sobre todo en las articulaciones craneovertebrales (con un aumento en la región cervical) y en la región torácica.

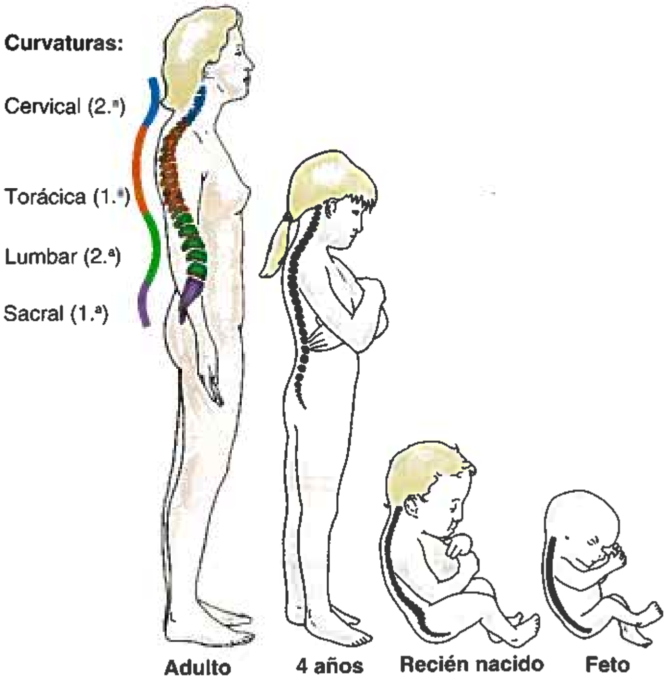


FIGURA 4-23. Curvaturas de la columna vertebral. Las cuatro curvaturas de la columna vertebral del adulto (cervical, torácica, lumbar y sacra) se comparan con la curvatura en C de la columna durante la vida fetal, en la cual sólo se observan las curvaturas primarias (1.ª). Las curvaturas secundarias (2.ª) se desarrollan durante la lactancia y la niñez.

(en flexión). Al comparar las curvaturas en la figura 4-23, se observa que las curvaturas primarias se hallan en la misma dirección que las curvaturas principales de la columna vertebral fetal. Las curvaturas primarias se conservan durante toda la vida por las diferencias de altura que hay entre las porciones anterior y posterior de las vértebras.

Las lordosis cervical y lumbar son **curvaturas secundarias** que se producen a consecuencia de la extensión desde la posición de flexión fetal. Comienzan a aparecer al final del período fetal, pero no se hacen obvias hasta la época de lactante. Las curvaturas secundarias se mantienen principalmente por las diferencias de grosor entre las partes anterior y posterior de los discos intervertebrales.

La *lordosis cervical* se hace plenamente evidente cuando el lactante empieza a levantar (extender) la cabeza estando en decúbito prono y la mantiene erguida al estar sentado. La *lordosis lumbar* se hace aparente cuando el lactante comienza a adoptar la postura erguida, mantenerse en pie y caminar. Esta curvatura, generalmente más acentuada en la mujer, finaliza en el *ángulo lumbosacro*, formado por la unión de la vértebra L5 y el sacro (fig. 4-1D). La *cifosis sacra* difiere también en ambos sexos; en la mujer es más reducida, de tal modo que el cóccix protruye menos en el estrecho inferior de la pelvis (v. cap. 3).

Las curvaturas de la columna vertebral le aportan una flexibilidad adicional (elasticidad para absorber los choques) a la proporcionada por los discos intervertebrales. Cuando la carga que soporta la columna vertebral es muy grande (como al llevar una mochila voluminosa), se comprimen los discos intervertebrales y las curvaturas flexibles (es decir, las curvaturas tienden a incrementarse).

Mientras que la flexibilidad aportada por los discos intervertebrales es pasiva y limitada principalmente por las articulaciones cigapofisarias y los ligamentos longitudinales, la que proporcionan las curvaturas es resistida activamente (dinámicamente) por la contracción de los grupos musculares antagonistas al movimiento (p. ej., los extensores largos del dorso se oponen a una excesiva cifosis torácica, y los músculos flexores abdominales resisten frente a una excesiva lordosis lumbar).

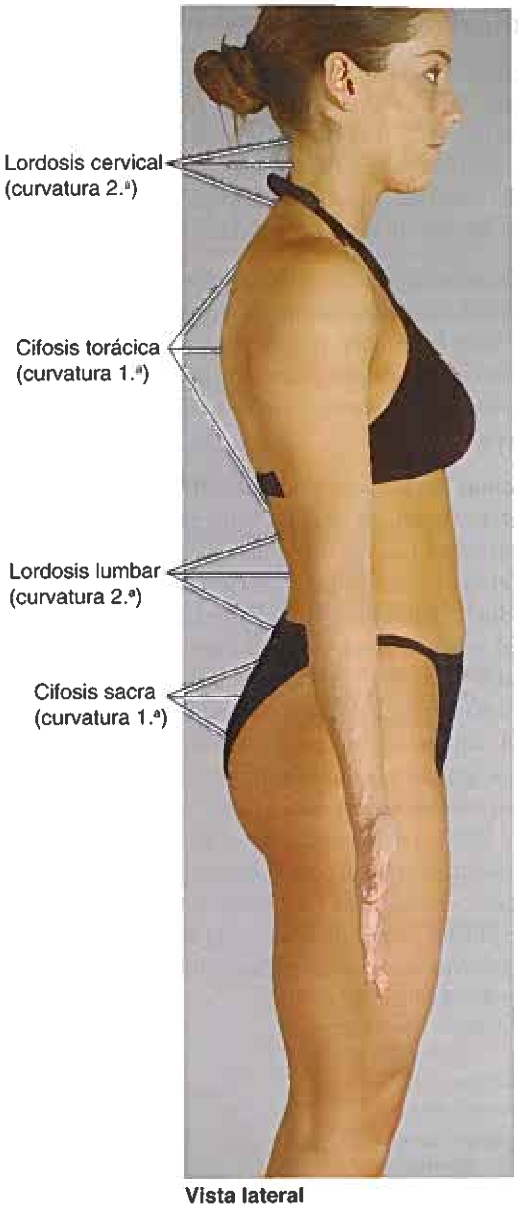


FIGURA 4-24. Anatomía de superficie de las curvaturas de la columna vertebral.

Al llevar peso adicional por delante del eje gravitacional normal del cuerpo (p. ej., mamas anormalmente grandes, abdomen pendular en el hombre o fases finales del embarazo, o al llevar en brazos a un niño) también tienden a aumentar estas curvaturas. Los músculos que se oponen al aumento de la curvatura a menudo duelen cuando el peso se lleva durante un tiempo prolongado.

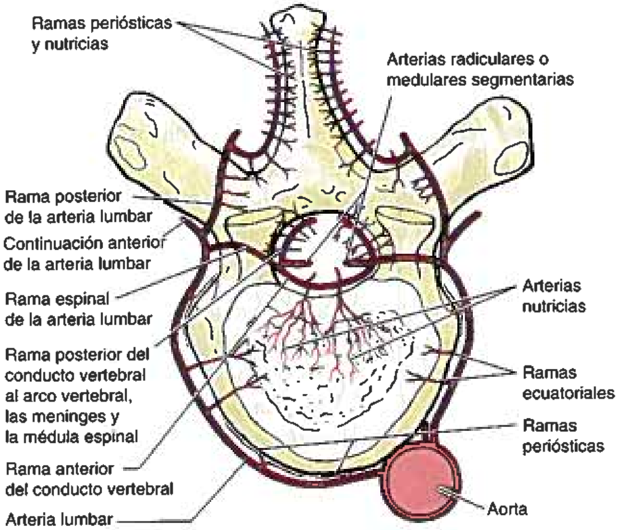
En la posición sentada, especialmente durante largos períodos en un asiento sin respaldo, el individuo suele «ciclar» entre la flexión del dorso (dejarse caer) y la extensión (sentarse erguido), para minimizar la rigidez y la fatiga. Con ello se alterna entre el apoyo activo proporcionado por los músculos del dorso y la resistencia pasiva a la flexión, aportada por los ligamentos.

Vascularización de la columna vertebral

Las vértebras están irrigadas por *ramas periósticas* y *ecuatoriales* de las principales *arterias* cervicales y *segmentarias* y sus **ramas espinales** (fig. 4-25). Las arterias procedentes de las ramas periósticas, ecuatoriales y espinales se encuentran a todos los niveles de la columna vertebral, en estrecha asociación con ella, e incluyen las siguientes arterias (descritas detalladamente en otros capítulos):

- *Arterias vertebrales* y *cervicales ascendentes* en el cuello (cap. 8).
- Principales *arterias segmentarias* del tronco:
  (1) *Arterias intercostales posteriores* en la región torácica (cap. 1).
  (2) *Arterias subcostales* y *lumbares* en el abdomen (cap. 2).
  (3) *Arterias iliolumbares* y *arterias sacras laterales y media* en la pelvis (cap. 3).

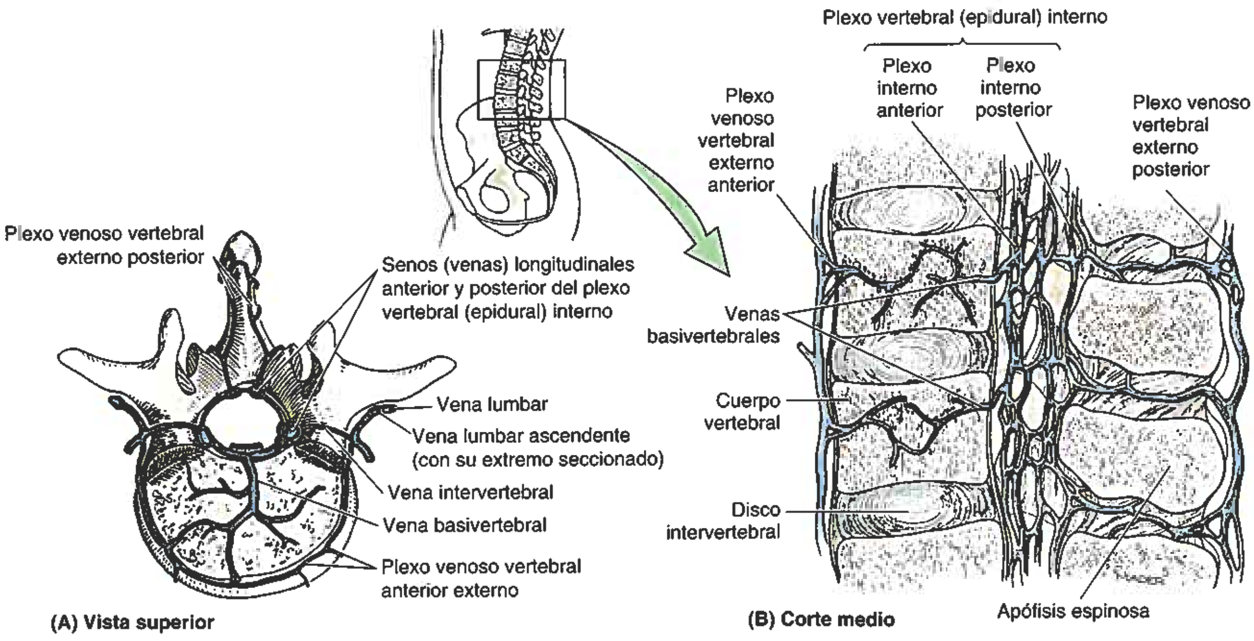
Las **ramas periósticas** y **ecuatoriales** se originan a partir de dichas arterias al cruzar las superficies externas (anterolaterales) de las vértebras. Las ramas espinales penetran en los agujeros intervertebrales y se dividen. Las **ramas anterior** y **posterior del conducto vertebral**, más pequeñas, pasan al cuerpo vertebral y al arco vertebral, respectivamente, y dan lugar a ramas ascendentes y descendentes que se anastomosan con las ramas del conducto vertebral de los niveles adyacentes. Las ramas anteriores del conducto vertebral emiten **arterias nutricias** hacia delante, al interior de los cuerpos vertebrales, que irrigan la mayor parte de la médula ósea roja del cuerpo vertebral central (Bogduk, 1997). Las ramificaciones de las ramas espinales, de mayor tamaño, continúan como *arterias radiculares* o *medulares segmentarias*, distribuidas a las raíces anterior y posterior de los nervios espinales y sus cubiertas, y a la médula espinal, respectivamente (v. «Vascularización de la médula espinal y de las raíces de los nervios espinales», p. 501).



Ramas periósticas y nutricias
Arterias radiculares o medulares segmentarias
Rama posterior de la arteria lumbar
Continuación anterior de la arteria lumbar
Rama espinal de la arteria lumbar
Rama posterior del conducto vertebral al arco vertebral, las meninges y la médula espinal
Rama anterior del conducto vertebral
Arteria lumbar
Arterias nutricias
Ramas ecuatoriales
Ramas periósticas
Aorta

FIGURA 4-25. Irrigación sanguínea de las vértebras. Las vértebras típicas están irrigadas por arterias segmentarias; aquí, las arterias lumbares. En las regiones torácica y lumbar, cada vértebra está rodeada en tres lugares por arterias pares intercostales o lumbares, que surgen de la aorta. Las arterias segmentarias suministran ramas ecuatoriales al cuerpo vertebral, y ramas posteriores a las estructuras del arco vertebral y los músculos del dorso. Las ramas espinales penetran en el conducto vertebral a través de los agujeros intervertebrales e irrigan los huesos, el periostio, los ligamentos y las meninges que rodean el espacio epidural, y las arterias radiculares medulares segmentarias que irrigan el tejido nervioso (raíces del nervio espinal y médula espinal).

Las *venas espinales* forman plexos venosos a lo largo de la columna vertebral, dentro y fuera del conducto vertebral: los **plexos venosos vertebrales internos** (plexos venosos epidurales) y los **plexos venosos vertebrales externos,** respectivamente (fig. 4-26). Estos plexos se comunican a través de los agujeros intervertebrales.



Plexo venoso vertebral externo posterior
Senos (venas) longitudinales anterior y posterior del plexo vertebral (epidural) interno
Vena lumbar
Vena lumbar ascendente (con su extremo seccionado)
Vena intervertebral
Vena basivertebral
Plexo venoso vertebral anterior externo
Plexo vertebral (epidural) interno
Plexo interno anterior
Plexo interno posterior
Plexo venoso vertebral externo anterior
Plexo venoso vertebral externo posterior
Venas basivertebrales
Cuerpo vertebral
Disco intervertebral
Apófisis espinosa

(A) Vista superior

(B) Corte medio

FIGURA 4-26. Drenaje venoso de la columna vertebral. A. El drenaje venoso cursa paralelamente al aporte arterial y penetra en los plexos venosos vertebrales externo e interno. Existe también un drenaje anterolateral desde las superficies externas de las vértebras hacia las venas segmentarias. **B.** El denso plexo constituido por vasos de paredes delgadas dentro del conducto vertebral, los plexos venosos vertebrales internos, están formados por anastomosis sin válvulas entre los senos venosos longitudinales anterior y posterior.

Ambos plexos son más densos anterior y posteriormente, y relativamente escasos en la parte lateral. Las **venas basivertebrales,** grandes y tortuosas, se forman dentro de los cuerpos vertebrales. Emergen de los orificios en las superficies de los cuerpos vertebrales (principalmente en su cara posterior) y drenan en los plexos venosos vertebrales anteroexternos, en especial en los anterointernos, donde pueden formar grandes senos longitudinales. Las **venas intervertebrales** reciben venas de la médula espinal y de los plexos venosos vertebrales; acompañan a los nervios espinales a través de los agujeros intervertebrales y drenan en las *venas vertebrales* del cuello y en las *venas segmentarias (intercostales, lumbares* y *sacras)* del tronco.

Nervios de la columna vertebral

A excepción de las articulaciones cigapofisarias (inervadas por *ramos articulares de los ramos mediales de los ramos posteriores,* como se ha descrito al exponer estas articulaciones), la columna vertebral recibe su inervación de los **ramos meníngeos (recurrentes) de los nervios espinales** (fig. 4-27). Estos ramos, pocas veces descritos o representados, son los únicos que surgen de los *nervios espinales mixtos;* se emiten inmediatamente después de su formación y antes de su división en los ramos anterior y posterior, o desde el ramo anterior, inmediatamente después de su formación.

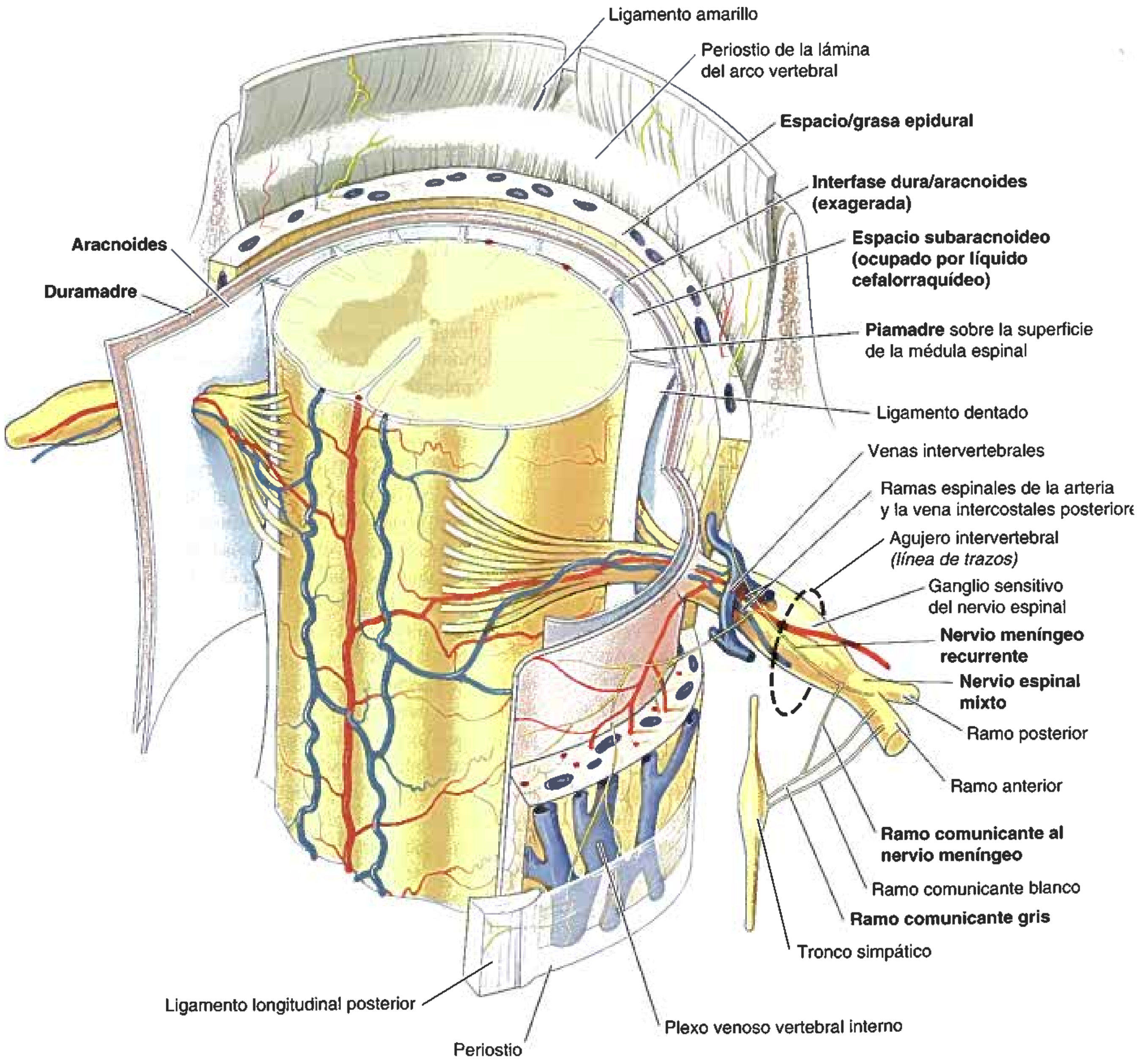

Ligamento amarillo
Periostio de la lámina del arco vertebral
Espacio/grasa epidural
Interfase dura/aracnoides (exagerada)
Aracnoides
Duramadre
Espacio subaracnoideo (ocupado por líquido cefalorraquídeo)
Piamadre sobre la superficie de la médula espinal
Ligamento dentado
Venas intervertebrales
Ramas espinales de la arteria y la vena intercostales posteriore
Agujero intervertebral (línea de trazos)
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Nervio meníngeo recurrente
Nervio espinal mixto
Ramo posterior
Ramo anterior
Ramo comunicante al nervio meníngeo
Ramo comunicante blanco
Ramo comunicante gris
Tronco simpático
Ligamento longitudinal posterior
Plexo venoso vertebral interno
Periostio

FIGURA 4-27. Inervación del periostio, de los ligamentos de la columna vertebral y de las meninges. A excepción de las articulaciones cigapofisarias y de los elementos externos del arco vertebral, las estructuras fibroesqueléticas de la columna vertebral (y las meninges) reciben su inervación de los nervios meníngeos (recurrentes). Aunque habitualmente se omiten en los diagramas e ilustraciones de los nervios espinales, estos delgados nervios son los primeros ramos que surgen de los 31 pares de nervios espinales, y son los nervios que conducen inicialmente las sensaciones dolorosas desde el dorso, ya sean producidas por la hernia aguda de un disco intervertebral o por esguinces, contusiones, fracturas o tumores de la propia columna vertebral. (Según Frick H, Kummer B, Putz R. *Wolf-Heidegger's atlas of human anatomy,* 4th ed. Basel: Karger AG, 1990:476.)

Dos a cuatro de estos finos ramos meníngeos emergen a cada lado de todos los niveles vertebrales. En las cercanías de su origen, los ramos meníngeos reciben ramos comunicantes procedentes de los ramos comunicantes grises cercanos. Cuando los nervios espinales salen de los agujeros intervertebrales, la mayoría de los ramos meníngeos retroceden a través de los agujeros hacia el conducto vertebral (de aquí el término alternativo de *recurrentes*). Sin embargo, algunos ramos permanecen fuera del conducto vertebral y se distribuyen por la cara anterolateral de los cuerpos vertebrales y los discos intervertebrales. También inervan el periostio y especialmente los anillos fibrosos y el ligamento longitudinal anterior. En el interior del conducto vertebral, los ramos transversos, ascendentes y descendentes distribuyen fibras nerviosas a:

- El periostio (que cubre la superficie posterior de los cuerpos vertebrales, así como los pedículos y las láminas).
- Los ligamentos amarillos.
- Los anillos fibrosos de la cara posterior y posterolateral de los discos intervertebrales.
- El ligamento longitudinal posterior.
- La duramadre espinal.
- Los vasos sanguíneos en el interior del conducto vertebral.

Las fibras nerviosas al periostio, los anillos fibrosos y los ligamentos inervan los receptores del dolor. Las fibras que llegan a los anillos fibrosos y los ligamentos inervan también los receptores propioceptivos (que captan la sensación de la propia posición corporal). Las fibras simpáticas a los vasos sanguíneos estimulan la vasoconstricción.

COLUMNA VERTEBRAL

Envejecimiento de los discos intervertebrales

Al avanzar la edad, los núcleos pulposos se deshidratan, pierden elastina y proteoglucanos, e incrementan su colágeno. A consecuencia de ello, los discos intervertebrales pierden su turgencia y se hacen más duros y resistentes a la deformación. A medida que el núcleo se deshidrata, las dos partes del disco parecen fusionarse, pues va disminuyendo la distinción entre ellas. Con los años, el núcleo se deseca, se hace granuloso y puede desaparecer totalmente como formación diferenciada. A medida que ocurren estos cambios, el anillo fibroso asume un papel creciente en el reparto de la carga vertical y de las tensiones y fuerzas concomitantes. Las laminillas del anillo se engruesan y a menudo aparecen fisuras y cavidades.

Aunque los bordes de los cuerpos vertebrales adyacentes pueden acercarse entre sí a medida que las caras superior e inferior se convierten en concavidades (el motivo más probable de la ligera disminución de estatura con la edad), se ha observado que los discos intervertebrales *aumentan* de tamaño con los años. No sólo se hacen más convexos, sino que entre los 20 y 70 años de edad, su diámetro anteroposterior aumenta aproximadamente un 10 % en la mujer y un 2 % en el hombre, mientras que su grosor (altura) se incrementa centralmente cerca de un 10 % en ambos sexos. El estrechamiento manifiesto o importante del disco, especialmente cuando es mayor que el observado en los discos más superiores, sugiere una situación patológica, y no el resultado normal del envejecimiento (Bogdak, 1997).

Hernia del núcleo pulposo

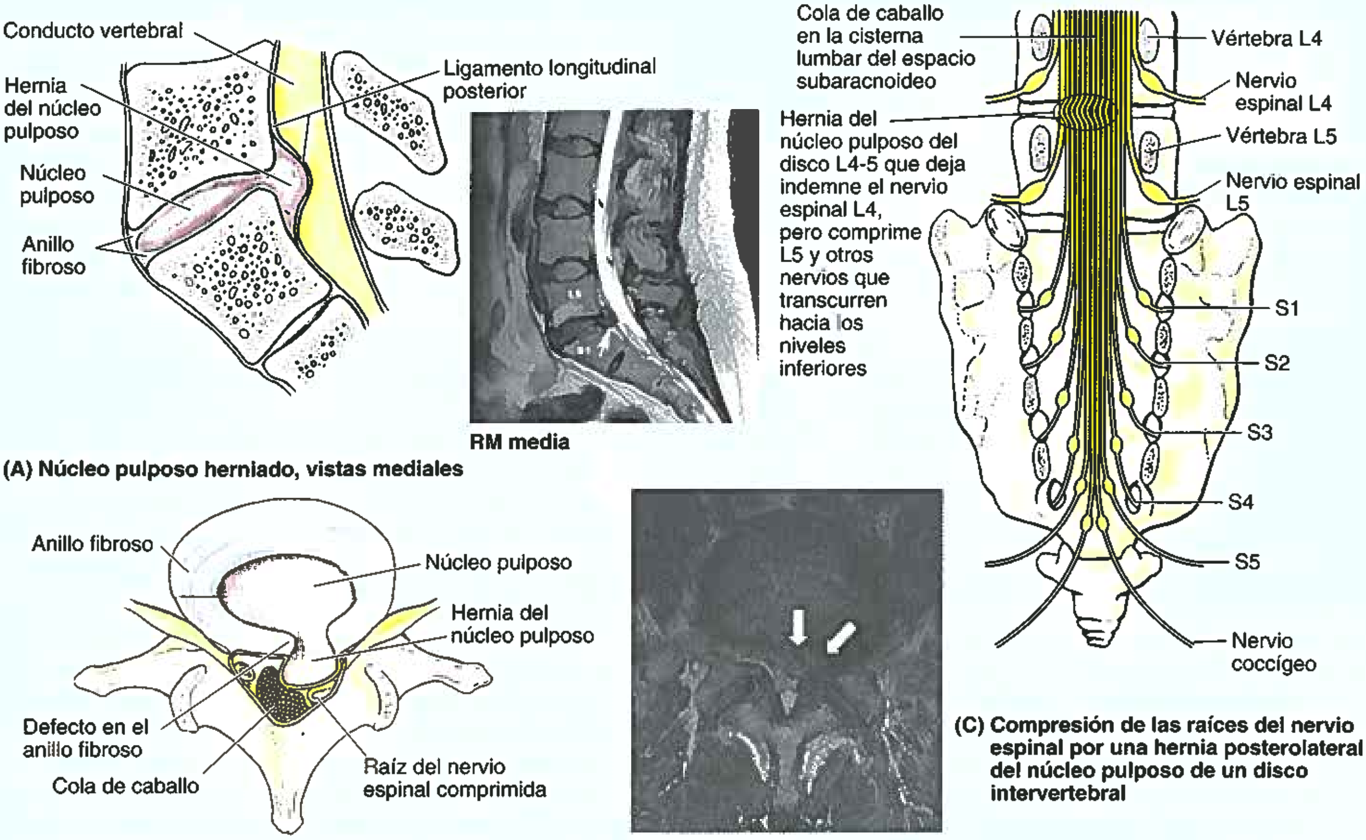
La hernia o protrusión del núcleo pulposo gelatinoso en el interior del anillo fibroso o a través de él es una causa bien conocida de lumbociática (fig. C4-11A y C). Sin embargo, hay otras muchas causas de lumbalgia y ciatalgia; además, las hernias a menudo son un hallazgo casual en individuos asintomáticos.

Los discos intervertebrales en las personas jóvenes son resistentes; habitualmente lo son tanto, que en las caídas a menudo se fracturan antes las vértebras que los discos. Además, el contenido acuoso de sus núcleos pulposos es alto (aproximadamente el 90 %), lo que les otorga más turgencia. Sin embargo, la hiperflexión violenta de la columna vertebral puede romper un disco intervertebral y fracturar los cuerpos vertebrales adyacentes.

La flexión de la columna vertebral provoca una compresión anteriormente y una tensión posteriormente, con compresión del núcleo pulposo más posteriormente hacia la parte más delgada del anillo fibroso. Si este último ha degenerado, el núcleo pulposo puede herniarse en el conducto vertebral y comprimir la médula espinal (fig. C4-11A y B) o las raíces nerviosas de la cola de caballo (fig. C4-11A y C). Algunos denominan inapropiadamente al disco herniado como «deslizamiento de disco».

Las hernias del núcleo pulposo suelen extenderse posterolateralmente, donde el anillo fibroso es relativamente delgado y no recibe refuerzo de los ligamentos longitudinales anterior o posterior. Un disco intervertebral herniado posterolateralmente tiene más probabilidades de ser sintomático por la proximidad de las raíces de los nervios espinales. La *dorsalgia localizada* procedente de un disco herniado, que habitualmente es un *dolor agudo*, se produce por presión sobre los ligamentos longitudinales y la periferia del anillo fibroso, así como por una inflamación local a causa de la irritación química producida por sustancias procedentes del núcleo pulposo roto. El *dolor crónico* por compresión de las raíces del nervio espinal por el disco herniado es habitualmente un *dolor referido*, que se percibe como procedente del área (dermatoma) inervada por ese nervio. Dado que los discos intervertebrales tienen mayor tamaño en las regiones lumbar y lumbosacra, donde los movimientos son mayores, las hernias posterolaterales del núcleo pulposo suelen producirse aquí (fig. C4-11B).

Aproximadamente el 95 % de las protrusiones de los discos lumbares ocurren a nivel de L4-5 o L5-S1. La notable disminución del espacio intervertebral radiológico (es decir, de la altura del disco) que puede ocurrir por la hernia aguda de un núcleo también puede estrechar los agujeros intervertebrales, lo cual quizás exacerba la compresión de las raíces del nervio espinal, especialmente si se ha producido además una hipertrofia del hueso circundante. Debido a


Conducto vertebral
Hernia del núcleo pulposo
Núcleo pulposo
Anillo fibroso
Ligamento longitudinal posterior
Anillo fibroso
Núcleo pulposo
Hernia del núcleo pulposo
Defecto en el anillo fibroso
Cola de caballo
Raíz del nervio espinal comprimida
Cola de caballo en la cisterna lumbar del espacio subaracnoideo
Hernia del núcleo pulposo del disco L4-5 que deja indemne el nervio espinal L4, pero comprime L5 y otros nervios que transcurren hacia los niveles inferiores
Vértebra L4
Nervio espinal L4
Vértebra L5
Nervio espinal L5
S1
S2
S3
S4
S5
Nervio coccígeo

RM media

(A) Núcleo pulposo herniado, vistas mediales

(B) Núcleo pulposo herniado, vistas transversales

RM transversal

(C) Compresión de las raíces del nervio espinal por una hernia posterolateral del núcleo pulposo de un disco intervertebral

FIGURA C4-11. Hernia del núcleo pulposo. A. Mitad derecha de la articulación lumbosacra hemiseccionada y RM media de la región lumbosacra. **B.** Vistas inferiores, corte transversal y RM transversal del disco intervertebral herniado. **C.** Vista posterior, cola de caballo.

que el núcleo se vuelve progresivamente deshidratado y fibroso, o incluso granuloso o sólido, con el envejecimiento, el diagnóstico de hernia aguda se contempla con sospecha en el anciano. Es más probable que las raíces nerviosas queden comprimidas por el aumento de osificación de los agujeros intervertebrales, a la salida de dichas raíces.

El dolor en la parte media y baja del dorso puede producirse por una ligera protrusión posterolateral de un disco intervertebral lumbar a nivel L5-S1 que afecte a las terminaciones nociceptivas (dolorosas) de la región, como las asociadas con el ligamento longitudinal posterior. El cuadro clínico varía considerablemente, pero el dolor de comienzo agudo en la parte baja del dorso es un síntoma de presentación común. Debido a que la lumbalgia se asocia con espasmo muscular, la región lumbar de la columna vertebral se vuelve crecientemente tensa por isquemia relativa, con dolor a la movilización.

La *ciática*, o dolor en la parte baja del dorso y la cadera, que irradia por la parte posterior del muslo hacia la pierna, se produce a menudo por la hernia de un disco intervertebral lumbar que comprime y afecta al componente L5 o S1 del nervio ciático. Además, los agujeros intervertebrales de la región lumbar se hacen más pequeños y aumenta el tamaño de los nervios lumbares, lo cual puede explicar por qué la ciática es tan común. Los espolones óseos (*osteófitos*) que se desarrollan en torno a las articulaciones cigapofisarias o los bordes posterolaterales durante el envejecimiento pueden estrechar aún más los agujeros, con dolores súbitos hacia los miembros inferiores. Cualquier maniobra que distienda el nervio ciático, como la flexión del muslo con la rodilla en extensión (*prueba de elevación de la pierna estirada*) puede producir o exacerbar el dolor ciático, aunque en algunos individuos lo alivia.

Los discos intervertebrales también pueden lesionarse por una violenta rotación (p. ej., durante el *swing* del golf) o flexión de la columna vertebral. La regla general es que, cuando protruye un disco intervertebral, habitualmente comprime la raíz nerviosa inferior al disco herniado; por ejemplo, el nervio L5 queda comprimido por una hernia del disco intervertebral L4-5. Recuérdese que en las regiones torácica y lumbar, el disco intervertebral forma la mitad inferior del borde anterior del agujero intervertebral, y la mitad superior está compuesta por el cuerpo de la vértebra superior (fig. 4-14).

Las raíces de los nervios espinales descienden a los agujeros intervertebrales, a partir de donde se constituye el nervio espinal. El nervio que sale por un determinado agujero intervertebral pasa a través de la mitad superior del agujero, y debido a ello no se afecta por un disco herniado a ese nivel. En cambio, las raíces nerviosas que pasan al orificio intervertebral inmediatamente inferior y más allá, atraviesan directamente el área herniada. Las protrusiones de los discos intervertebrales que originan síntomas ocurren en la región cervical casi con tanta frecuencia como en la región lumbar.

La *hiperflexión* forzada *de la columna cervical*, crónica o súbita, como puede ocurrir en una colisión con la cabeza o en un placaje

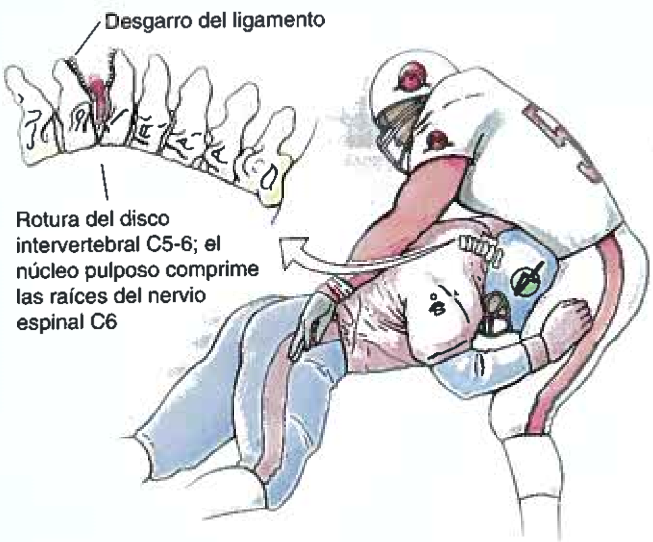

Desgarro del ligamento
Rotura del disco intervertebral C5-6; el núcleo pulposo comprime las raíces del nervio espinal C6

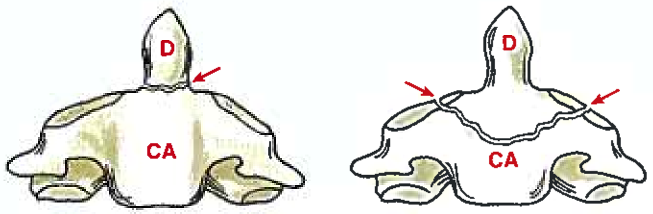
FIGURA C4-12.

ilegal de la cabeza en el rugby (fig. C4-12), por ejemplo, puede romper un disco intervertebral posteriormente sin fracturar el cuerpo vertebral. En esta región, los discos intervertebrales se hallan colocados centralmente en el borde anterior de los agujeros intervertebrales, y un disco herniado comprime el nervio que sale realmente a ese nivel (en vez de comprimir el nervio de un nivel inferior, como en la región lumbar).

Sin embargo, recuérdese que los nervios espinales cervicales emergen por encima de la vértebra de su mismo número, de modo que la relación numérica del disco herniado con el nervio afectado es la misma (p. ej., los discos intervertebrales cervicales que se rompen con más frecuencia son los de C5-6 y C6-7, que comprimen las raíces de los nervios espinales C6 y C7, respectivamente. La protrusión de un disco intervertebral cervical causa dolor en el cuello, el hombro, el brazo y la mano. Cualquier deporte o actividad en que el movimiento produzca presión hacia abajo o torsión sobre el cuello o la parte baja de la espalda puede producir una hernia del núcleo pulposo.

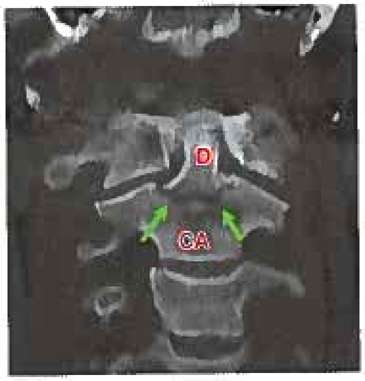
Fractura del diente del axis

El ligamento transverso del atlas es más potente que el diente de la vértebra C2. Las fracturas del diente constituyen cerca del 40 % de las ocurridas en el axis. La fractura más frecuente se produce en la base, es decir, en su unión con el cuerpo del axis (fig. C4-13A). A menudo estas fracturas son inestables (no consolidan), debido a que el ligamento transverso del atlas se sitúa entre los fragmentos (Crockard *et al.*, 1993), y a que el fragmento separado (el diente) deja de recibir aporte vascular, lo que da lugar a una *necrosis avascular*. Casi tan frecuentes son las fracturas del cuerpo vertebral inferiores a la base del diente (fig. C4-13B a E). Este tipo de fractura cura con más facilidad, pues los fragmentos conservan su irrigación sanguínea. Otras frac-

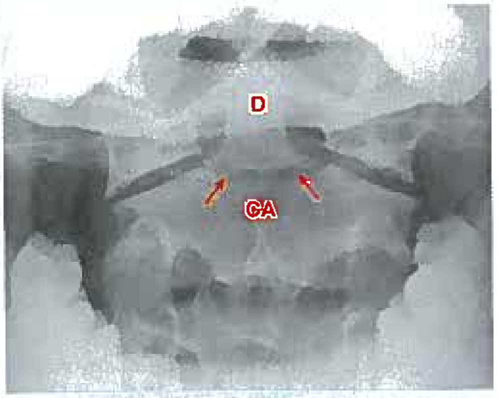


(A) Vistas anteriores

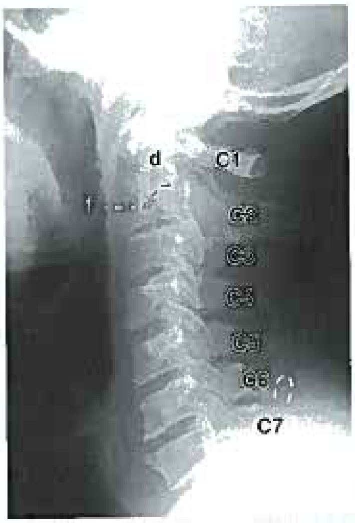
D = Diente del axis
CA = Cuerpo del axis
Flechas = Fractura



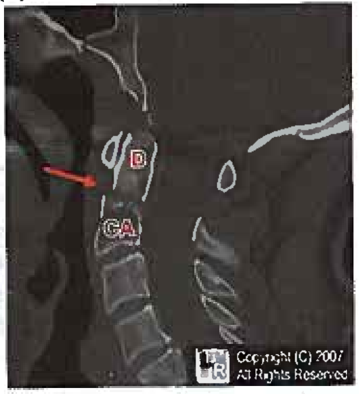
(D) TC coronal



(B) Radiografía con la boca abierta (compárese con la fig. 4-6E)



(C) Radiografía lateral de una fractura (f) de la base del diente del axis (d)



(E) TC medial

FIGURA C4-13. Fracturas de la apófisis odontoides.

turas del diente del axis se producen por patrones de osificación anormales.

Rotura del ligamento transverso del atlas

Cuando se rompe el ligamento transverso del atlas queda libre el diente del axis, lo que origina una *subluxación atlantoaxial*, es decir, una luxación incompleta de la articulación atlantoaxial media (fig. C4-14A). El reblandecimiento patológico de los ligamentos tranverso y adyacentes, habitualmente por trastornos del tejido conectivo, también puede producir una subluxación atlantoaxial (Bogduk y Macintosh, 1984); el 20 % de los individuos con síndrome de Down presenta laxitud o agenesia de este ligamento. Es más probable que ocurra una compresión de la médula espinal por rotura o agenesia del ligamento transverso que por fractura del diente (fig. C4-14B); en esta fractura, el ligamento transverso mantiene en su lugar el fragmento del diente contra el arco anterior del atlas, y la apófisis y el atlas se mueven como una sola unidad.

En ausencia de un ligamento competente, la médula cervical alta puede quedar comprimida entre el arco posterior aproximado del atlas y el diente del axis (fig. C4-14A), con parálisis de los cuatro miembros (*tetraplejía*), o puede comprimirse la médula oblongada y producirse la muerte. *Regla de los tercios de Steele:* aproximadamente un tercio del anillo del atlas está ocupado por el diente del axis, un tercio por la médula espinal, y el tercio restante por el espacio lleno de líquido y los tejidos que rodean a la médula (fig. C4-14C y D). Ello explica por qué algunos individuos con desplazamiento anterior del atlas pueden hallarse relativamente asintomáticos, hasta que se produce una mayor amplitud de movimiento (más de un tercio del diámetro del anillo del atlas). A veces, la inflamación del área craneovertebral puede ablandar los ligamentos de las articulaciones craneovertebrales y ocasionar una luxación de las articulaciones atlantoaxiales. La movilización súbita de un paciente desde la cama a una silla, por ejemplo, puede producir un desplazamiento posterior del diente del axis y lesionar la médula espinal.

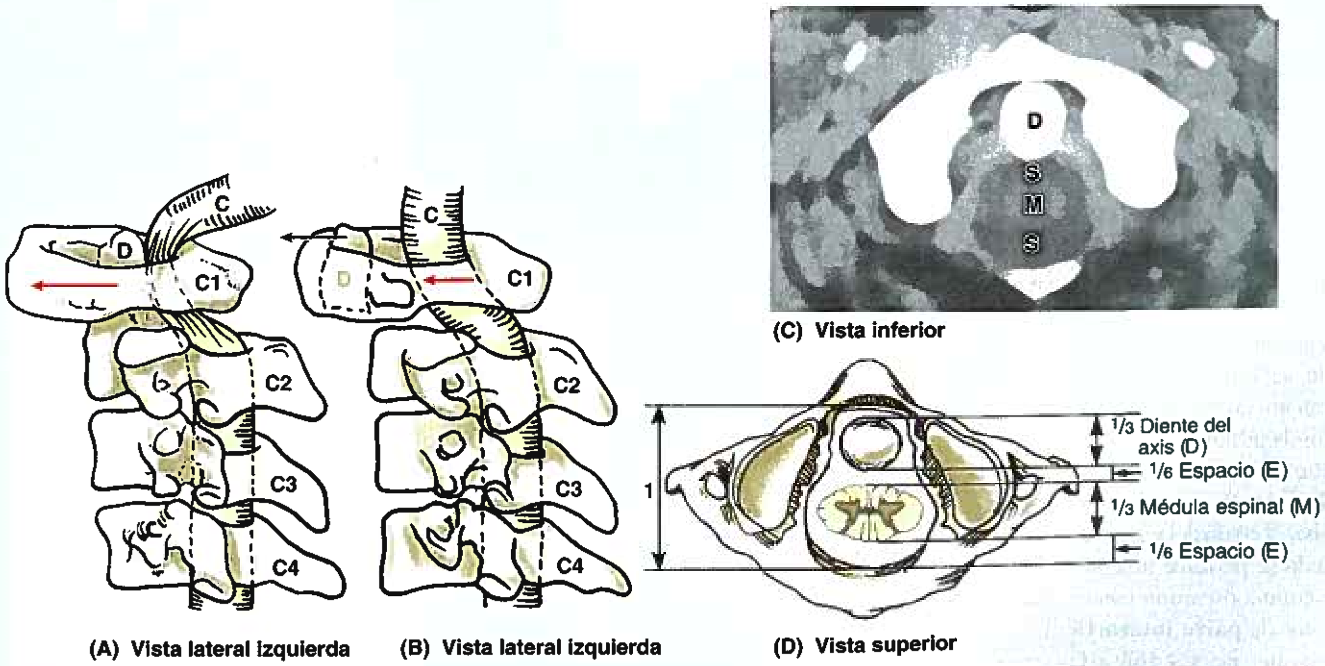
Rotura de los ligamentos alares

Los ligamentos alares son más débiles que el ligamento transverso del atlas. Por consiguiente, la flexión y la rotación combinadas de la cabeza pueden desgarrar uno o ambos ligamentos alares. La rotura de un ligamento alar aumenta en cerca de un 30 % la amplitud de movimientos del lado opuesto (Dvorak *et al.*, 1988).

Fracturas y luxaciones de las vértebras

Aunque la estructura de la columna vertebral permite una amplia gama de movimientos, además de ofrecer soporte y protección, los movimientos violentos excesivos o súbitos, o los de un tipo no permitido en una determinada región, probablemente produzcan fracturas, luxaciones y fracturas-luxaciones de la columna vertebral.

La flexión forzada súbita, como ocurre en los accidentes de automóvil o por un golpe violento en la nuca, suele producir una **fractura por aplastamiento** o **compresión** del cuerpo de una o más vértebras. Si el movimiento violento de la vértebra hacia delante se combina con compresión, la vértebra puede desplazarse anterior-



(C) Vista inferior

(A) Vista lateral izquierda (B) Vista lateral izquierda (D) Vista superior

FIGURA C4-14. Rotura del ligamento transverso del atlas. A. En esta vista lateral izquierda se observa que la subluxación de la articulación atlantoaxial media da lugar a una rotura del ligamento transverso. El atlas se desplaza, pero el diente del axis se halla fijo. **B.** Esta vista lateral izquierda de una fractura del diente del axis muestra que este último y el atlas se desplazan conjuntamente como una sola unidad, debido a que el ligamento transverso mantiene la apófisis adosada al arco anterior del atlas. **C** y **D.** Vista inferior con TC y esquema interpretativo; se muestra una articulación atlantoaxial media normal con la regla de los tercios de Steele.

mente sobre la vértebra inferior (p. ej., luxación de C6 o C7) (v. el cuadro azul «Luxación de las vértebras cervicales», p. 457). En este desplazamiento suele haber luxación y fractura de las caras articulares entre las dos vértebras y rotura de los ligamentos interespinosos. Las lesiones por flexión de la columna vertebral más graves se acompañan de lesiones irreparables de la médula espinal.

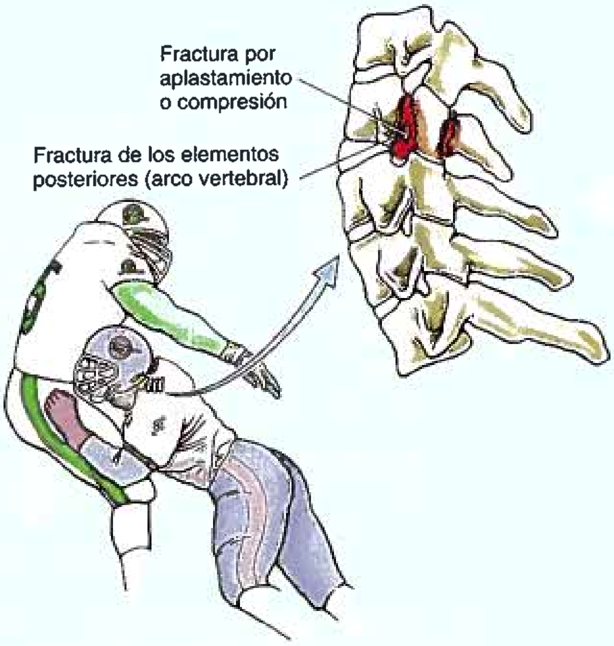
La extensión brusca y forzada del cuello puede lesionar también la columna vertebral y la médula espinal. Los cabezazos o el bloqueo de la cara en el rugby pueden dar lugar a una **lesión por hiperextensión del cuello** (fig. C4-15A). Esta violenta hiperextensión es más probable que lesione las partes posteriores de las vértebras, con fractura por aplastamiento o compresión de los arcos vertebrales y sus apófisis. En las fracturas de las vértebras cervicales puede producirse un dolor irradiado a la nuca y la región escapular, debido a que los mismos ganglios sensitivos de los nervios espinales y segmentos medulares reciben impulsos dolorosos desde las vértebras y también desde los músculos del cuello.

La **hiperextensión grave del cuello** (lesión por «latigazo») ocurre también en las colisiones por alcance por detrás en vehículos a motor (fig. C4-15B), especialmente cuando el reposacabezas está demasiado bajo. En este tipo de lesiones por hiperextensión, el ligamento longitudinal anterior queda intensamente distendido y puede desgarrarse.

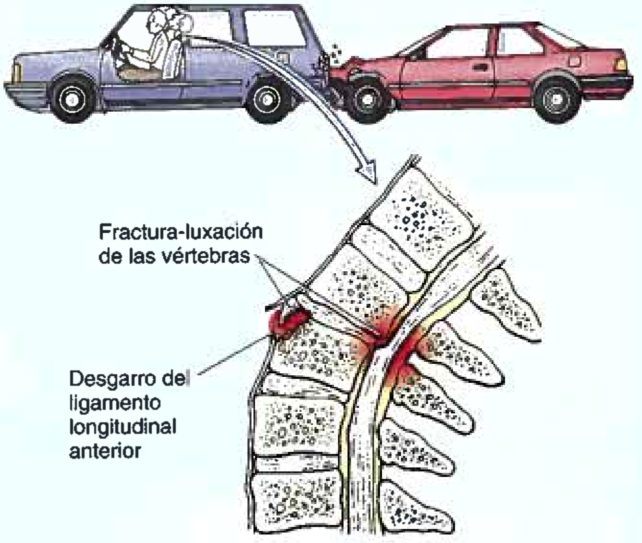
También puede ocurrir una lesión por hiperflexión de la columna vertebral cuando la cabeza «rebota» después de la hiperextensión, golpeando contra el tórax. En estos casos puede producirse un «salto de las caras articulares» o un bloqueo de las vértebras cervicales (v. el cuadro azul «Luxación de las vértebras cervicales», p. 457). En la hiperextensión grave de la cabeza sobre la parte superior del cuello, además de una posible espondilólisis cervical o fractura del ahorcado (v. el cuadro azul «Fractura y luxación del axis», p. 459), puede producirse una rotura del ligamento longitudinal anterior y del anillo fibroso del disco C2-3 adyacente. En esta lesión, el cráneo, C1 y la porción anterior de C2 (diente y cuerpo vertebral) se separan del resto del esqueleto axial (fig. C4-15C), habitualmente con sección medular, y es raro que el individuo sobreviva. Los accidentes durante la práctica del rugby, zambullidas, caídas de caballo y choques de vehículos a motor causan la mayor parte de las fracturas de la región cervical de la columna vertebral. Los síntomas varían desde un vago dolorimiento hasta una pérdida progresiva de las funciones motoras y sensitivas.

La transición desde la región torácica, relativamente rígida, a la región lumbar, mucho más móvil, ocurre bruscamente. Debido a ello, las vértebras T11 y especialmente T12 (que participa superiormente en los movimientos rotatorios, pero inferiormente sólo en los de flexión y extensión) son las vértebras no cervicales que se fracturan con más frecuencia.

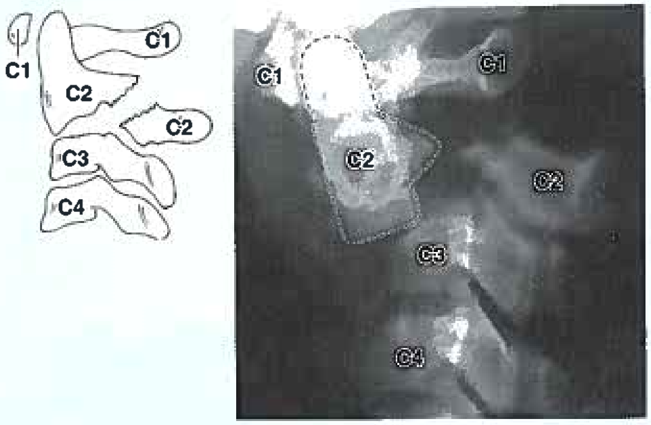
La luxación de las vértebras es rara en las regiones torácica y lumbar, a causa del encaje de las apófisis articulares. Sin embargo, cuando se produce una *espondilólisis*, es decir, una fractura de la columna ósea que conecta las apófisis articulares superior e inferior (la **parte interarticular**), deja de actuar el mecanismo de encaje (fig. C4-16A a C) y puede producirse una luxación entre las vértebras adyacentes, conocida como *espondilolistesis*. En especial, el fallo o fractura de la parte interarticular de las láminas vertebrales de L5 (*espondilólisis de L5*) puede ocasio-


Fractura por aplastamiento o compresión
Fractura de los elementos posteriores (arco vertebral)

(A) Hiperextensión del cuello

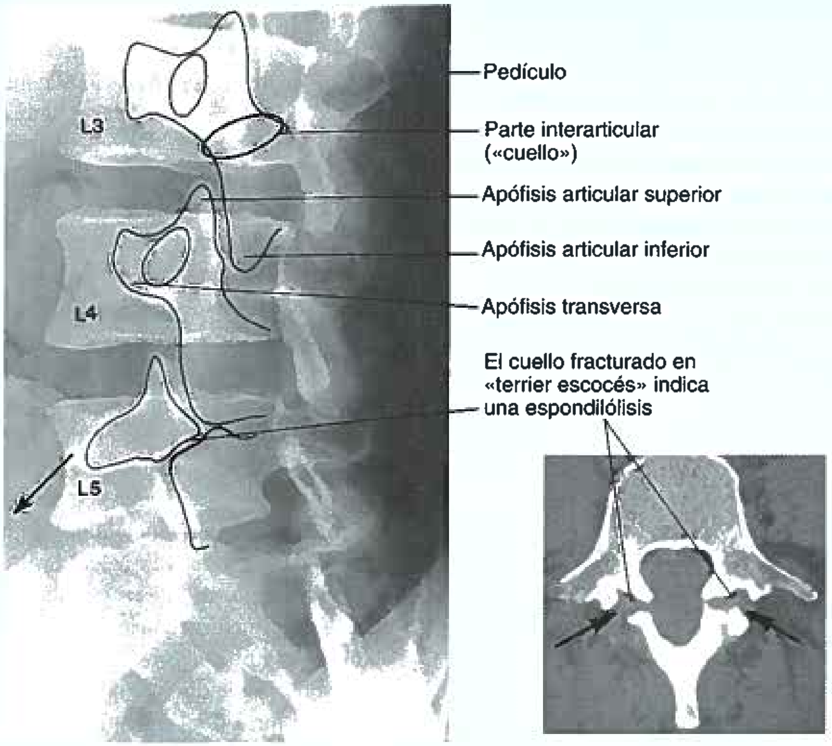

Fractura-luxación de las vértebras
Desgarro del ligamento longitudinal anterior

(B) Lesión por hiperextensión («latigazo»)

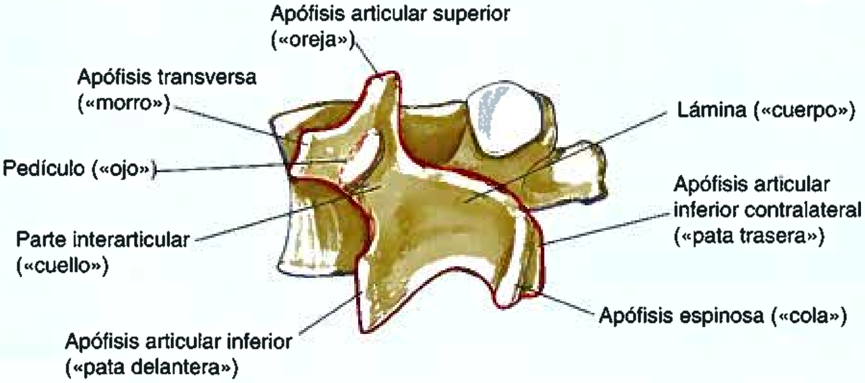


(C) Fractura del ahorcado con rotura del disco C2-3 y del ligamento longitudinal anterior

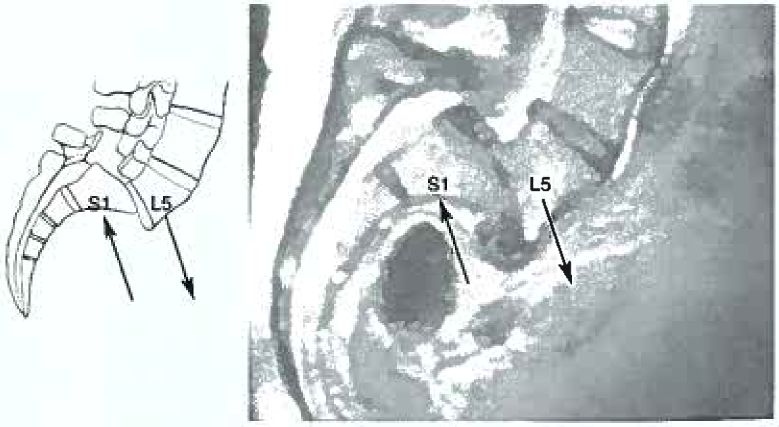
FIGURA C4-15. Lesiones por extensión de las vértebras cervicales.


Pedículo
Parte interarticular («cuello»)
Apófisis articular superior
Apófisis articular inferior
Apófisis transversa
El cuello fracturado en «terrier escocés» indica una espondilólisis
L3
L4
L5

(A) Proyección posterolateral oblicua izquierda **(B) TC transversal**


Apófisis articular superior («oreja»)
Apófisis transversa («morro»)
Pedículo («ojo»)
Parte interarticular («cuello»)
Apófisis articular inferior («pata delantera»)
Lámina («cuerpo»)
Apófisis articular inferior contralateral («pata trasera»)
Apófisis espinosa («cola»)

(C) «Signo del terrier escocés» en la vista posterolateral oblicua de la vértebra lumbar



(D) RM media, espondilolistesis secundaria a espondilólisis de L5

FIGURA C4-16. Espondilólisis y espondilolistesis.

nar una espondilolistesis del cuerpo vertebral L5 con respecto al sacro (vértebra S1), por la inclinación descendente de la articulación L5-S1 (fig. C4-16D). La opinión mayoritaria es que la espondilólisis de L5, o la propensión a ella, probablemente es consecuencia de un fallo en la unión adecuada del centrum de L5 con los arcos neurales en la articulación neurocentral durante el curso del desarrollo (v. «Osificación de las vértebras», p. 453). La espondilolistesis de la articulación intervertebral L5-S1 puede presionar (aunque no necesariamente) los nervios espinales de la cola de caballo a su paso hacia la parte superior del sacro, y producir lumbalgia y ciatalgia.

Traumatismos y patología de las articulaciones cigapofisarias

Las articulaciones cigapofisarias tienen interés clínico por su proximidad a los agujeros intervertebrales, a través de los cuales surgen los nervios espinales del conducto vertebral. Cuando estas articulaciones se lesionan o desarrollan osteófitos (*artrosis*), a menudo se afectan dichos nervios (v. fig. C4-9B). Ello ocasiona dolor a lo largo de los patrones de distribución de los *dermatomas*, y espasmo de los músculos derivados de los *miotomas* asociados. Un **miotoma** comprende todos los músculos o partes de músculos que reciben inervación de un nervio espinal.

La **denervación de las articulaciones cigapofisarias lumbares** es un procedimiento que se utiliza para el tratamiento de la dorsalgia originada en dichas articulaciones. En esta técnica se seccionan los nervios cerca de las articulaciones o se destruyen mediante *rizólisis* (del griego *rhizo,* raíz + *lysis,* disolución) *percutánea* por radiofrecuencia. La denervación va dirigida a las ramas articulares de dos ramos posteriores adyacentes de los nervios espinales, pues cada articulación recibe inervación del nervio que sale a ese nivel y del nervio suprayacente (fig. 4-19).

Dorsalgia (dolor de espalda)

La dorsalgia en general, y la lumbalgia en particular, es un gran problema sanitario, en segundo lugar tras el resfriado común como motivo principal de consulta médica. En términos de los factores de salud que causan pérdidas de días de trabajo, la dorsalgia ocupa el segundo lugar después de la cefalea. Raras veces se describen las bases anatómicas del dolor, sobre todo de los nervios que intervienen inicialmente en la sensibilidad y la transmisión del dolor desde la columna vertebral.

Cinco clases de estructuras reciben inervación en el dorso y pueden ser origen de dolor:

- Estructuras fibroesqueléticas: periostio, ligamentos y anillos fibrosos de los discos intervertebrales.
- Meninges: cubiertas de la médula espinal.
- Articulaciones sinoviales: cápsulas de las articulaciones cigapofisarias.
- Músculos: intrínsecos del dorso.
- Tejido nervioso: nervios espinales o sus raíces que salen por los agujeros intervertebrales.

De estas estructuras, las dos primeras están inervadas por los ramos meníngeos (recurrentes) de los nervios espinales, y las dos siguientes lo están por los ramos posteriores (ramos articulares y musculares). El dolor procedente del tejido nervioso, es decir, causado por compresión o irritación de los nervios espinales o de sus raíces, es típicamente un *dolor referido*, que se percibe como procedente del área cutánea o subcutánea (dermatoma) inervada por ese nervio (v. el cuadro azul «Hernia del núcleo pulposo», p. 474), aunque puede acompañarse de un dolor localizado.

El dolor relacionado con las meninges es relativamente raro y se expone más adelante en este capítulo; en general no se considera entre las causas de dolor de espalda.

La **lumbalgia** (que se percibe como procedente del dorso) suele ser un dolor muscular, articular o fibroesquelético. El *dolor muscular* está relacionado normalmente con espasmos reflejos que producen *isquemia,* a menudo por *defensa muscular* (contracción en previsión del dolor). El *dolor procedente de las articulaciones cigapofisarias* suele asociarse con el envejecimiento (artrosis) o con enfermedad (artritis reumatoide) de las articulaciones. El dolor causado por fracturas y luxaciones vertebrales no se diferencia del que ocurre en otros huesos y articulaciones. El dolor agudo después de una fractura es principalmente perióstico, mientras que el dolor de las luxaciones es ligamentoso. El dolor agudo localizado por una hernia de disco intervertebral procede sin duda del anillo fibroso posterolateral afectado y de la presión sobre el ligamento longitudinal posterior. En todos estos últimos casos, el dolor es vehiculado inicialmente por los ramos meníngeos de los nervios espinales.

Curvaturas anormales de la columna vertebral

Para detectar una curvatura anormal de la columna vertebral, el sujeto debe permanecer de pie en posición anatómica. Se inspeccionará lateralmente el perfil de la columna vertebral (fig. C4-17A a C), y luego desde atrás (fig. C4-17D). Con el sujeto doblado hacia delante por la cintura, se observará su capacidad para flexionarse directamente hacia delante, y si la espalda está nivelada después de asumir esta postura (figura C4-17E).

Las curvaturas anormales en algunos individuos son el resultado de alteraciones del desarrollo; en otros, las curvaturas se deben a procesos patológicos. La osteopatía metabólica que ocurre con más frecuencia en los ancianos, especialmente en las mujeres, es la *osteoporosis* (atrofia del tejido óseo).

La **cifosis torácica excesiva** (clínicamente abreviada como *cifosis*, aunque el término se aplica en realidad a la curvatura normal, y coloquialmente conocida como *joroba*), se caracteriza por un aumento anormal de la curvatura torácica; la columna vertebral se curva hacia atrás (fig. C4-17B y F). Esta anomalía puede producirse a causa de erosión (por osteoporosis) de la parte anterior de una o más vértebras. La *joroba de Dowager* es un nombre coloquial para la cifosis torácica excesiva por osteoporosis en las mujeres ancianas, aunque este tipo de cifosis también ocurre en los hombres de edad avanzada (Swartz, 2006).

La osteoporosis afecta especialmente a las trabéculas horizontales del hueso esponjoso de los cuerpos vertebrales (fig. 4-3). Las trabéculas verticales restantes, privadas de soporte, son menos capaces de resistir la compresión y sufren fracturas, a consecuencia de lo cual las vértebras torácicas se acortan y adoptan una forma de cuña (fig. C4-9A). La erosión y el colapso progresivos de las vértebras origina también una disminución de la talla del sujeto. La cifosis excesiva incrementa el diámetro anteroposterior del tórax y reduce significativamente la capacidad dinámica pulmonar.

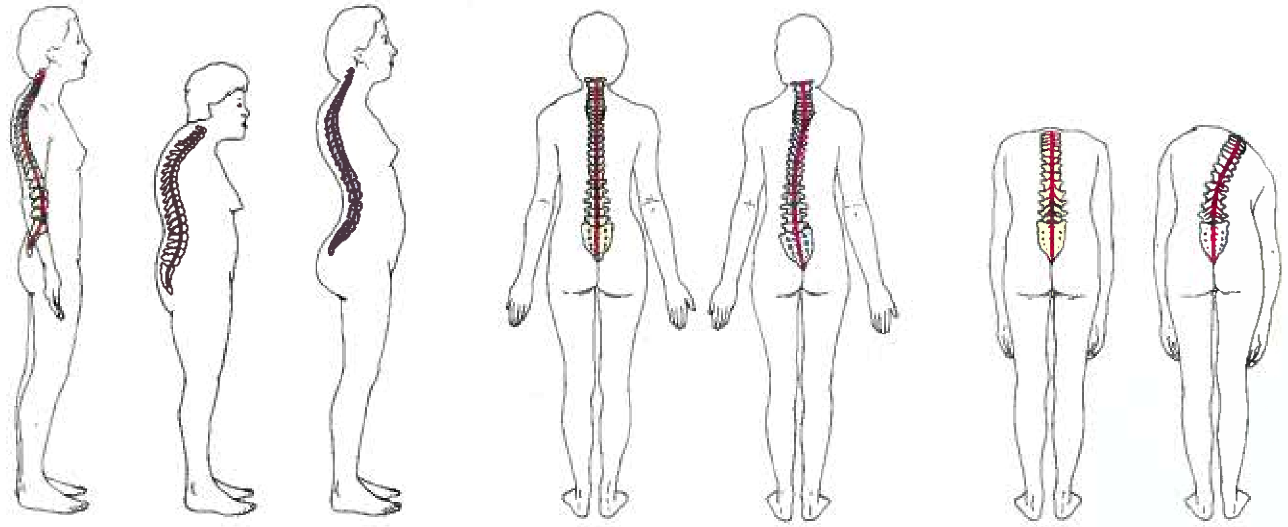
La **lordosis lumbar excesiva** (clínicamente abreviada como *lordosis*, aunque asimismo este término designa en realidad la curvatura normal) se caracteriza por una inclinación anterior de la pelvis (la parte alta del sacro está flexionada o rotada anteroinferiormente), con una mayor extensión de las vértebras lumbares, lo que produce un aumento anormal de la lordosis lumbar (fig. C4-17C).

Esta anormal *deformidad en extensión* se asocia a menudo con una debilidad de la musculatura del tronco, en especial de los músculos anterolaterales del abdomen. Para compensar el desplazamiento del centro de gravedad normal, las mujeres desarrollan una lordosis lumbar durante las últimas fases del embarazo. Esta curvatura lordótica puede originar dolores de espalda, que desaparecen habitualmente poco después del parto.

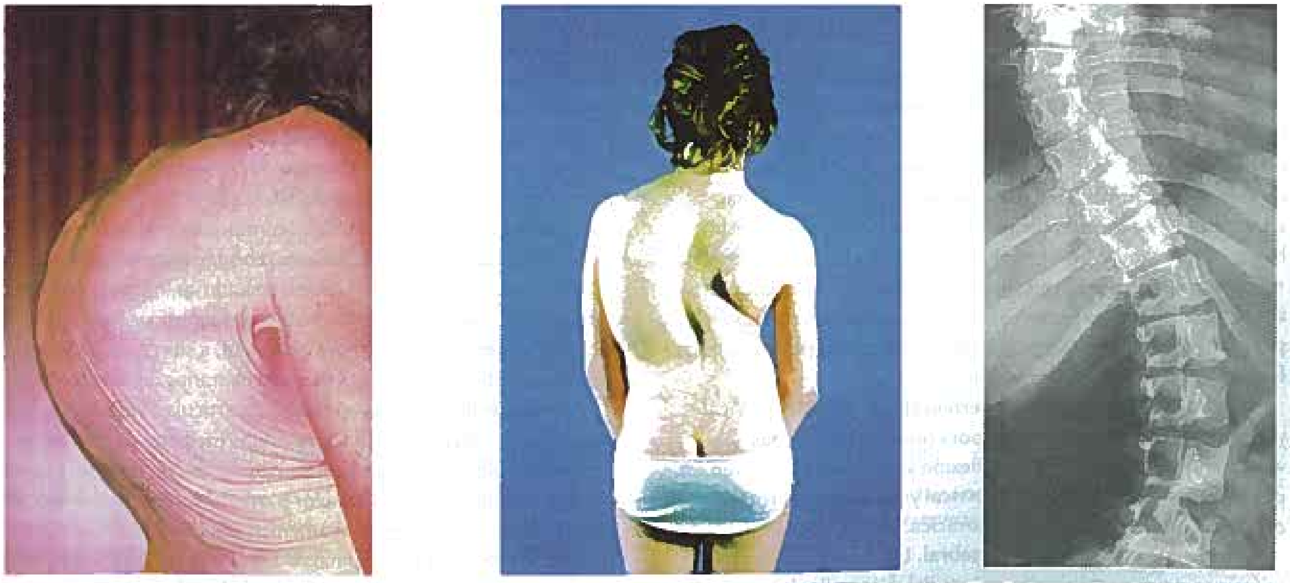
La obesidad en ambos sexos también puede producir una lordosis lumbar excesiva y lumbalgia por el mayor peso del contenido del abdomen por delante del centro de gravedad normal. La pérdida de peso y el ejercicio de los músculos anterolaterales del abdomen facilita la corrección de este tipo de lordosis excesiva.

La **escoliosis** se caracteriza por una *curvatura lateral anormal* que se acompaña de rotación de las vértebras (fig. C4-17D, E y G). Las apófisis espinosas se orientan hacia la cavidad de la curvatura anormal, y cuando el individuo se dobla hacia delante, las costillas giran hacia atrás (protruyen) en el lado de la convexidad aumentada.

Las deformidades de la columna vertebral, como la ausencia de desarrollo de la mitad de una vértebra (*hemivértebra*), son causa de *escoliosis estructural*. A veces, la escoliosis estructural se combina



(A) Normal (B) Cifosis excesiva (C) Lordosis excesiva (D) Normal Escoliosis (E) Normal Escoliosis



(F) Vista lateral, cifosis excesiva

(G) Vista posterior, escoliosis toracolumbar

FIGURA C4-17. Curvaturas anormales de la columna vertebral.

con una cifosis torácica excesiva (*cifoescoliosis*); en estos casos, el diámetro anteroposterior anormal restringe intensamente la expansión torácica y pulmonar (Swartz, 2006). Aproximadamente el 80 % de todas las escoliosis estructurales son idiopáticas, sin otros procesos asociados ni causas identificables. La escoliosis idiopática se desarrolla inicialmente en las niñas entre los 10 y 14 años, y en los niños entre los 12 y 15 años. Es más frecuente y grave en las niñas.

Los problemas extrínsecos a una columna vertebral estructuralmente normal, como la debilidad asimétrica de los músculos intrínsecos del dorso (*escoliosis miopática*), o una diferencia en la longitud de los miembros inferiores con ladeo compensador de la pelvis, pueden producir una *escoliosis funcional*. En bipedestación, una inclinación obvia hacia un lado puede ser un signo de escoliosis por hernia de un disco intervertebral. Se supone que la *escoliosis por hábito* se produciría por permanecer de pie o sentarse en una postura inadecuada. Cuando la escoliosis es totalmente postural, desaparece con la flexión máxima de la columna vertebral. Las escoliosis funcionales no persisten después de haber solucionado el problema que las originaba.

MÚSCULOS DEL DORSO

La mayor parte del peso corporal está situada por delante de la columna vertebral, especialmente en las personas obesas; por lo tanto, los numerosos y potentes músculos unidos a las apófisis espinosas y transversas de las vértebras resultan necesarios para soportar y mover la columna.

Existen dos grupos principales de músculos en el dorso. Los **músculos extrínsecos del dorso** son los *músculos superficiales e intermedios* que producen y controlan los movimientos de los miembros superiores y respiratorios, respectivamente. Los *músculos intrínsecos (profundos) del dorso* incluyen los que actúan específicamente sobre la columna vertebral, producen los movimientos de ésta y mantienen la postura.

Músculos extrínsecos del dorso

Los **músculos extrínsecos superficiales del dorso** (trapecio, dorsal ancho, elevador de la escápula y romboides) son músculos axioapendiculares posteriores que conectan el esqueleto axial (columna vertebral) con el esqueleto apendicular superior (cintura escapular y húmero), y producen y controlan los movimientos de los miembros superiores (fig. 4-28A; v. también tabla 6-4). Aunque están localizados en la región del dorso, la mayor parte de estos músculos recibe su inervación de ramos anteriores de los nervios cervicales y actúan sobre el miembro superior. El trapecio recibe sus fibras motoras de un nervio craneal, el nervio accesorio espinal (NC XI).

Los **músculos extrínsecos intermedios del dorso** (serrato posterior) son músculos delgados, designados comúnmente como músculos respiratorios superficiales, pero su función es más probablemente propioceptiva que motora (Vilensky *et al.*, 2001). Se describen conjuntamente con los músculos de la pared torácica (v. cap. 1). El **serrato posterior superior** está situado profundamente al romboides, y el **serrato posterior inferior** lo está profundamente al dorsal ancho. Ambos serratos están inervados por los nervios intercostales: el superior, por los cuatro primeros, y el inferior por los cuatro últimos.

Músculos intrínsecos del dorso

Los **músculos intrínsecos del dorso** (*músculos del dorso propiamente dichos, músculos profundos del dorso*) están inervados por ramos posteriores de los nervios espinales y actúan para mante-

Puntos fundamentales

COLUMNA VERTEBRAL

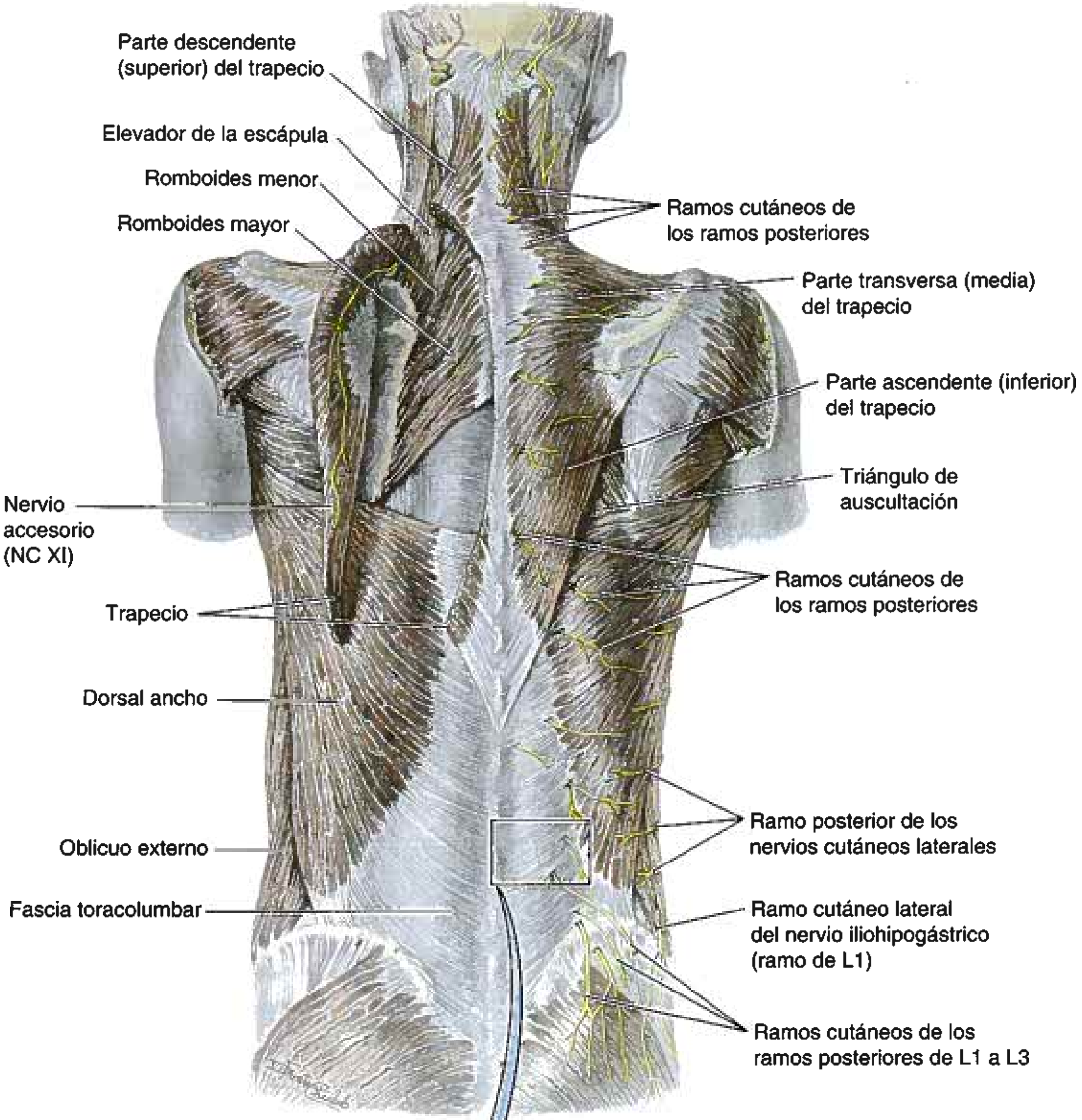
Articulaciones de la columna vertebral. Las vértebras se unen mediante los discos intervertebrales y las articulaciones cigapofisarias para formar una columna semirrígida. ♦ El grosor relativo de los discos determina el grado de movilidad. ♦ La disposición de las articulaciones cigapofisarias controla el tipo de movimientos entre las vértebras adyacentes. ♦ El ligamento longitudinal anterior resiste frente a la hiperextensión; todos los demás lo hacen frente a los tipos de flexión. ♦ Las articulaciones atlantooccipitales permiten el movimiento gestual afirmativo de la cabeza (cabeceo). ♦ Las articulaciones atlantoaxiales permiten el movimiento gestual negativo de la cabeza (rotatorio). Los ligamentos alares limitan la rotación.

Movimientos de la columna vertebral. Las regiones cervical y lumbar son las más móviles (y por consiguiente las más vulnerables a las lesiones). ♦ La flexión y la extensión ocurren principalmente en las regiones cervical y lumbar. ♦ La rotación ocurre en las regiones cervical y torácica.

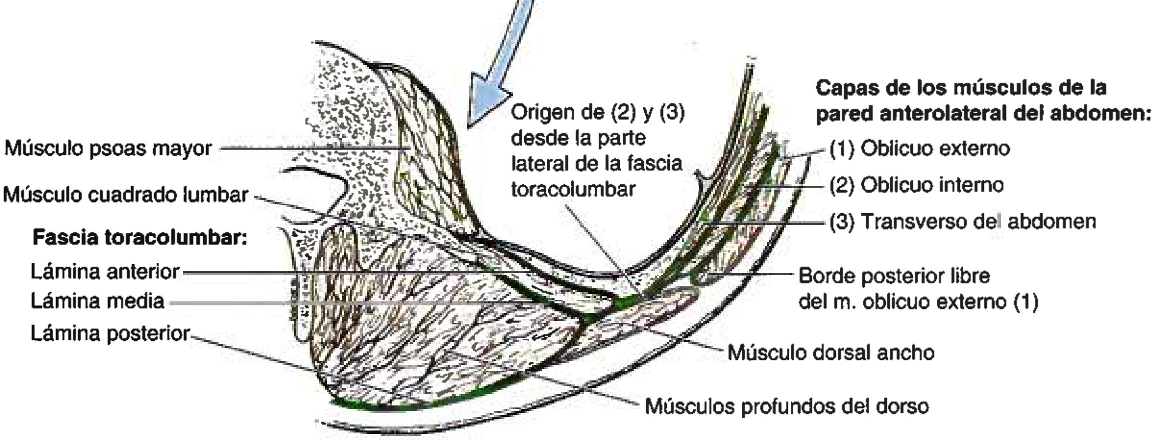
Curvaturas de la columna vertebral. Las curvaturas primarias (cifosis torácica y sacra) son propias del desarrollo; las curvaturas secundarias (lordosis cervical y lumbar) son adquiridas en relación con la postura erecta del ser humano. ♦ Las curvaturas proporcionan resistencia y flexibilidad al esqueleto axial para absorber los choques. ♦ Los músculos extensores del dorso y flexores abdominales proporcionan soporte dinámico para mantener las curvaturas.

Vascularización de la columna vertebral. Las ramas espinales de las principales arterias cervicales y segmentarias irrigan la columna vertebral. ♦ Los plexos venosos vertebrales interno y externo recogen la sangre de las vértebras y drenan, a su vez, en las venas vertebrales del cuello y en las venas segmentarias del tronco.

Nervios de la columna vertebral. Las articulaciones cigapofisarias están inervadas por ramos mediales de los ramos posteriores adyacentes; los ramos meníngeos (recurrentes) de los nervios espinales inervan la mayor parte del hueso (periostio), los discos intervertebrales y los ligamentos, así como las meninges (cubiertas) de la médula espinal. ♦ Estos dos (grupos de) nervios conducen todo el dolor localizado desde la columna vertebral.


Parte descendente (superior) del trapecio
Elevador de la escápula
Romboides menor
Romboides mayor
Ramos cutáneos de los ramos posteriores
Parte transversa (media) del trapecio
Parte ascendente (inferior) del trapecio
Triángulo de auscultación
Nervio accesorio (NC XI)
Ramos cutáneos de los ramos posteriores
Trapecio
Dorsal ancho
Ramo posterior de los nervios cutáneos laterales
Oblicuo externo
Fascia toracolumbar
Ramo cutáneo lateral del nervio iliohipogástrico (ramo de L1)
Ramos cutáneos de los ramos posteriores de L1 a L3

(A) Músculos extrínsecos superficiales


Origen de (2) y (3) desde la parte lateral de la fascia toracolumbar
Capas de los músculos de la pared anterolateral del abdomen:
(1) Oblicuo externo
(2) Oblicuo interno
(3) Transverso del abdomen
Músculo psoas mayor
Músculo cuadrado lumbar
Fascia toracolumbar:
Lámina anterior
Lámina media
Lámina posterior
Borde posterior libre del m. oblicuo externo (1)
Músculo dorsal ancho
Músculos profundos del dorso

(B) Vista inferior de un corte transversal de la pared abdominal posterolateral

FIGURA 4-28. Músculos del dorso. A. Músculos extrínsecos superficiales. El trapecio se ha apartado a la izquierda para mostrar el nervio accesorio (NC XI), que cursa en la cara profunda del músculo, y los músculos elevador de la escápula y romboides. **B.** En este corte transversal de parte del dorso se muestra la localización de los músculos intrínsecos y las capas de fascia asociadas con ellos.

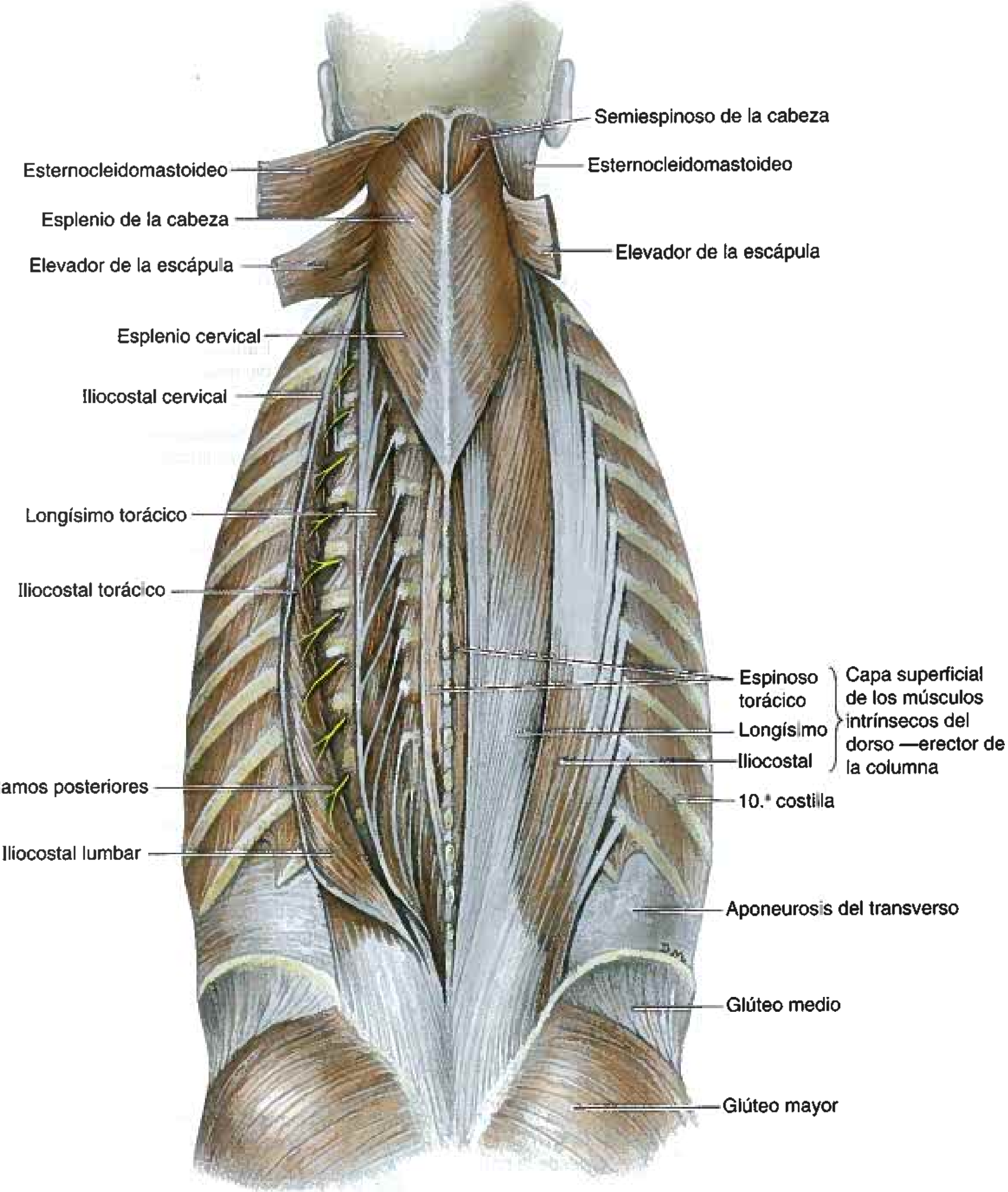

Semiespinoso de la cabeza
Esternocleidomastoideo
Esternocleidomastoideo
Esplenio de la cabeza
Elevador de la escápula
Elevador de la escápula
Esplenio cervical
Iliocostal cervical
Longísimo torácico
Iliocostal torácico
Espinoso torácico
Longísimo
Iliocostal
Capa superficial de los músculos intrínsecos del dorso —erector de la columna
10.ª costilla
Ramos posteriores
Iliocostal lumbar
Aponeurosis del transverso
Glúteo medio
Glúteo mayor

FIGURA 4-29. Capas superficial e intermedia de los músculos intrínsecos del dorso: esplenio y erector de la columna. Los músculos esternocleidomastoideo y elevador de la escápula se han apartado para mostrar los músculos esplenio de la cabeza y esplenio cervical. A la derecha, se ha dejado *in situ* el músculo erector de la columna y se observan las tres columnas de este músculo de gran tamaño. A la izquierda, el músculo espinoso, el más delgado y medial de los componentes del erector de la columna, se presenta como músculo individual al separar los componentes longísimo e iliocostal del erector de la columna. A medida que ascienden las fibras, su dirección varía en los tres grupos principales de músculos: los músculos superficiales (esplenio) cursan en sentido medial a lateral; los músculos intermedios (erector de la columna) se dirigen en su mayoría verticalmente; y los músculos profundos (transversoespinosos) cursan principalmente en sentido lateral a medial (v. fig. 4-32).

ner la postura y controlar los movimientos de la columna vertebral (figs. 4-28B y 4-29). Estos músculos, que se extienden desde la pelvis al cráneo, están encerrados por la *fascia profunda* que se une medialmente al ligamento nucal, a los vértices de las apófisis espinosas de las vértebras, al ligamento supraespinoso y a la cresta media del sacro. La fascia se une lateralmente a las apófisis transversas cervicales y lumbares, y a los ángulos de las costillas. Las porciones torácica y lumbar de la fascia profunda constituyen la **fascia toracolumbar,** que se extiende lateralmente desde las apófisis espinosas y forma una delgada cubierta sobre los músculos intrínsecos del dorso en la región torácica, y una gruesa cubierta sobre los músculos en la región lumbar. Los músculos intrínsecos del dorso se distribuyen en capas superficial, intermedia y profunda, según su relación con la superficie.

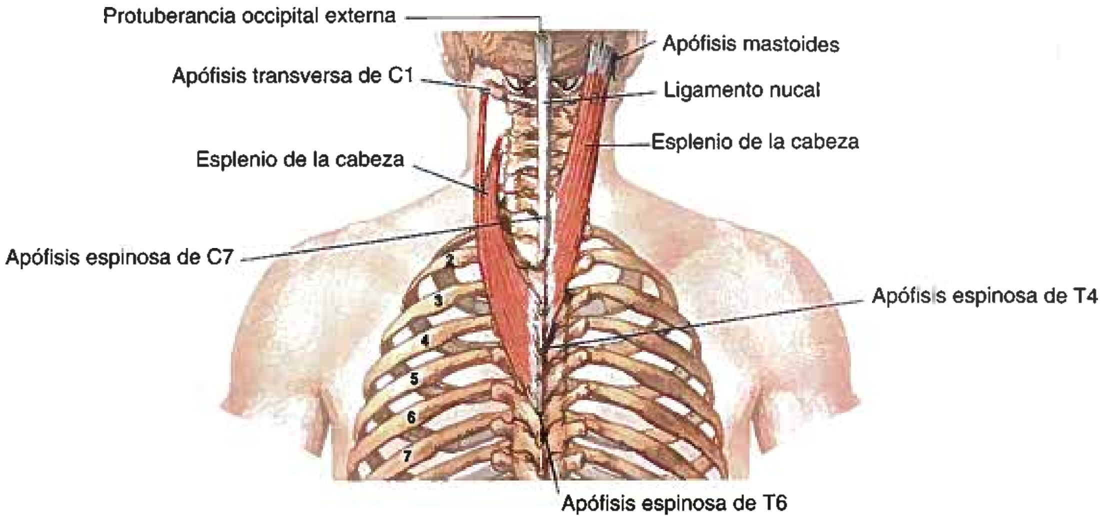


FIGURA 4-30. **Capa superficial de los músculos intrínsecos del dorso (músculos esplenios).**

TABLA 4-4. CAPA SUPERFICIAL DE LOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DEL DORSO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acciones principales
Esplenio	Ligamento nucal y apófisis espinosas de las vértebras C7-T3 o T4	*Esplenio de la cabeza:* las fibras cursan superolateralmente hacia la apófisis mastoides del hueso temporal y al tercio lateral de la línea nucal superior del hueso occipital *Esplenio cervical:* tubérculos de las apófisis transversas de las vértebras C1-3 o C4	Ramos posteriores de nervios espinales	*Acción aislada:* flexión lateral del cuello y rotación de la cabeza hacia el lado de los músculos activos *Acción conjunta:* extensión de la cabeza y el cuello

CAPA SUPERFICIAL

Los **músculos esplenios** son gruesos y planos, están situados en las caras lateral y posterior del cuello, y cubren los músculos verticales de modo parecido a una venda, lo que explica su nombre (del latín, *splenion,* vendaje) (figs. 4-29 y 4-30). Los músculos esplenios se originan en la línea media y se extienden superolateralmente hasta las vértebras cervicales (**esplenio cervical**) y el cráneo (**esplenio de la cabeza**). Los músculos esplenios cubren y mantienen en su posición a los músculos profundos del cuello. En la figura 4-30 se ilustra la capa superficial de los músculos intrínsecos, y en la tabla 4-4 se aporta información sobre sus inserciones, inervación y acciones.

CAPA INTERMEDIA

Los **músculos erectores de la columna,** de gran tamaño, están situados en un «surco» a cada lado de la columna vertebral, entre las apófisis espinosas centralmente y los ángulos de las costillas lateralmente (fig. 4-29). Los erectores de la columna son los principales extensores de la columna vertebral y se dividen en tres columnas: **iliocostal** (columna lateral), **longísimo** (columna intermedia) y **espinoso** (columna medial). Cada columna está dividida regionalmente en tres partes, según sus inserciones superiores (p. ej., iliocostal lumbar, iliocostal torácico e iliocostal cervical). El origen común de las tres columnas del erector se produce a través de un amplio tendón que se inserta inferiormente en la parte posterior de la cresta ilíaca, en la cara posterior del sacro, en los ligamentos sacroilíacos y en las apófisis espinosas lumbares inferiores.

Los erectores de la columna se designan a menudo como «músculos largos» del dorso. En general, son músculos dinámicos (que producen movimientos) y actúan en ambos lados para extender y flexionar el tronco.

En la figura 4-31 se ilustra aisladamente la capa intermedia de los músculos intrínsecos, y en la tabla 4-5 se aporta información sobre sus inserciones, inervación y acciones.

CAPA PROFUNDA

Profundamente al erector de la columna se dispone oblicuamente un grupo de músculos mucho más cortos, el **grupo de músculos transversoespinosos**: semiespinosos, multífidos y rotadores. Estos músculos se originan a partir de las apófisis transversas de las vértebras y pasan a las apófisis espinosas de las vértebras más superiores. Ocupan el «canal» entre las apófisis transversas y espinosas, y se insertan en ellas, en las láminas entre ambas y en los ligamentos que las unen (fig. 4-32). El **semiespinoso** es el miembro superficial del grupo. Como su nombre indica, se origina aproximadamente a partir de la mitad de la columna vertebral. El

(El texto continúa en p. 488)

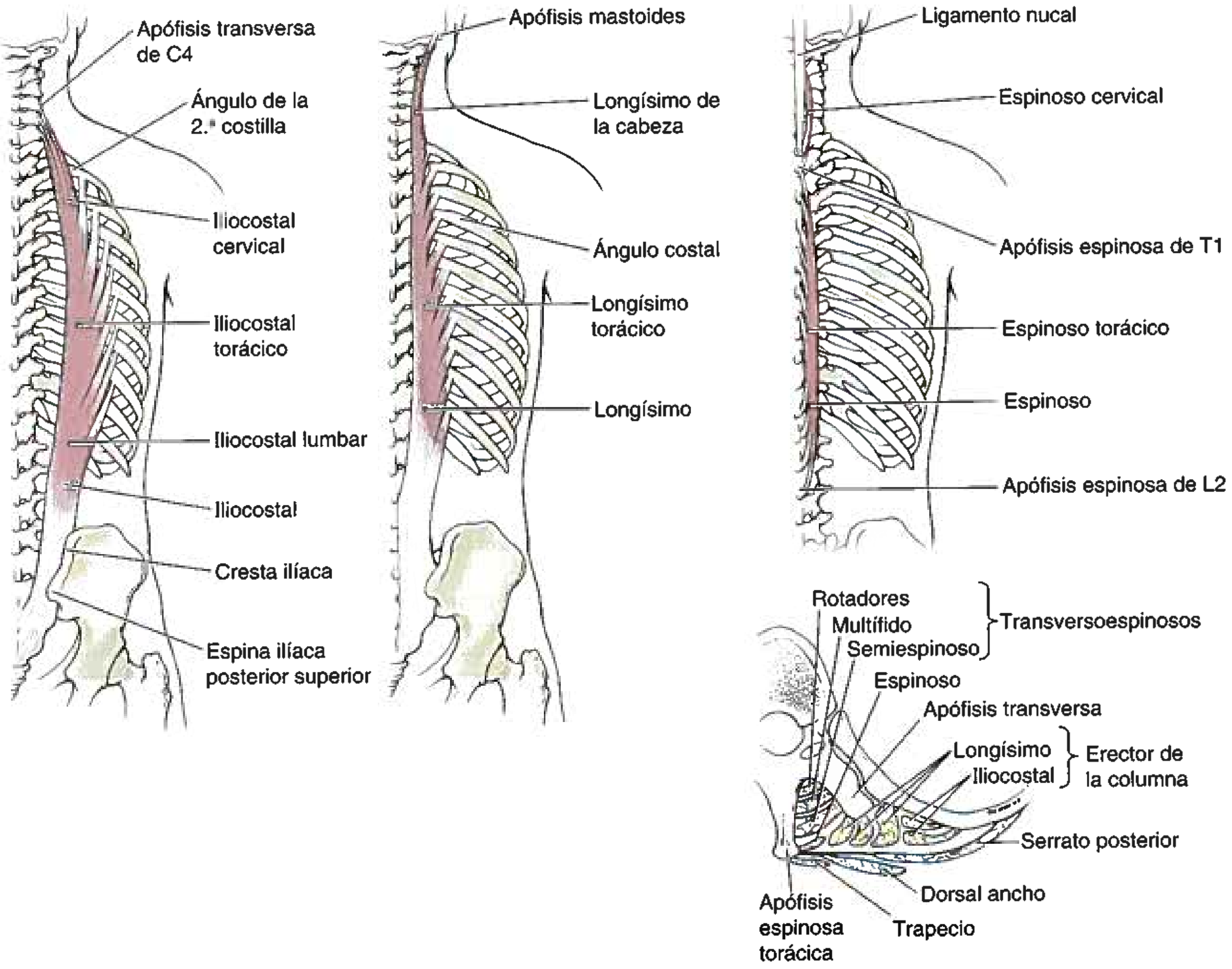

Apófisis transversa de C4
Ángulo de la 2.ª costilla
Iliocostal cervical
Iliocostal torácico
Iliocostal lumbar
Iliocostal
Cresta ilíaca
Espina ilíaca posterior superior
Apófisis mastoides
Longísimo de la cabeza
Ángulo costal
Longísimo torácico
Longísimo
Ligamento nucal
Espinoso cervical
Apófisis espinosa de T1
Espinoso torácico
Espinoso
Apófisis espinosa de L2
Rotadores
Multífido
Semiespinoso
Transversoespinosos
Espinoso
Apófisis transversa
Longísimo
Iliocostal
Erector de la columna
Serrato posterior
Dorsal ancho
Trapecio
Apófisis espinosa torácica

FIGURA 4-31. Capa intermedia de los músculos intrínsecos del dorso (músculos erectores de la columna).

TABLA 4-5. CAPA INTERMEDIA DE LOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DEL DORSO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acciones principales
Erector de la columna Iliocostal Longísimo Espinoso	Mediante un amplio tendón en la parte posterior de la cresta ilíaca, la cara posterior del sacro, los ligamentos sacroilíacos, las apófisis espinosas sacras y lumbares inferiores, y el ligamento supraespinoso	*Iliocostal* (lumbar, torácico y cervical): las fibras discurren superiormente hacia los ángulos de las costillas inferiores y las apófisis transversas cervicales *Longísimo* (torácico, cervical y de la cabeza): las fibras discurren superiormente hacia las costillas entre los tubérculos y ángulos, hacia las apófisis transversas en las regiones torácica y cervical, y hacia la apófisis mastoides del hueso temporal *Espinoso* (torácico, cervical y de la cabeza): las fibras discurren superiormente hacia las apófisis espinosas de la región torácica superior y hacia el cráneo	Ramos posteriores de nervios espinales	*Al actuar bilateralmente*, extienden la columna vertebral y la cabeza; cuando se flexiona el dorso, controlan el movimiento mediante la contracción excéntrica *Al actuar unilateralmente* flexionan lateralmente la columna vertebral

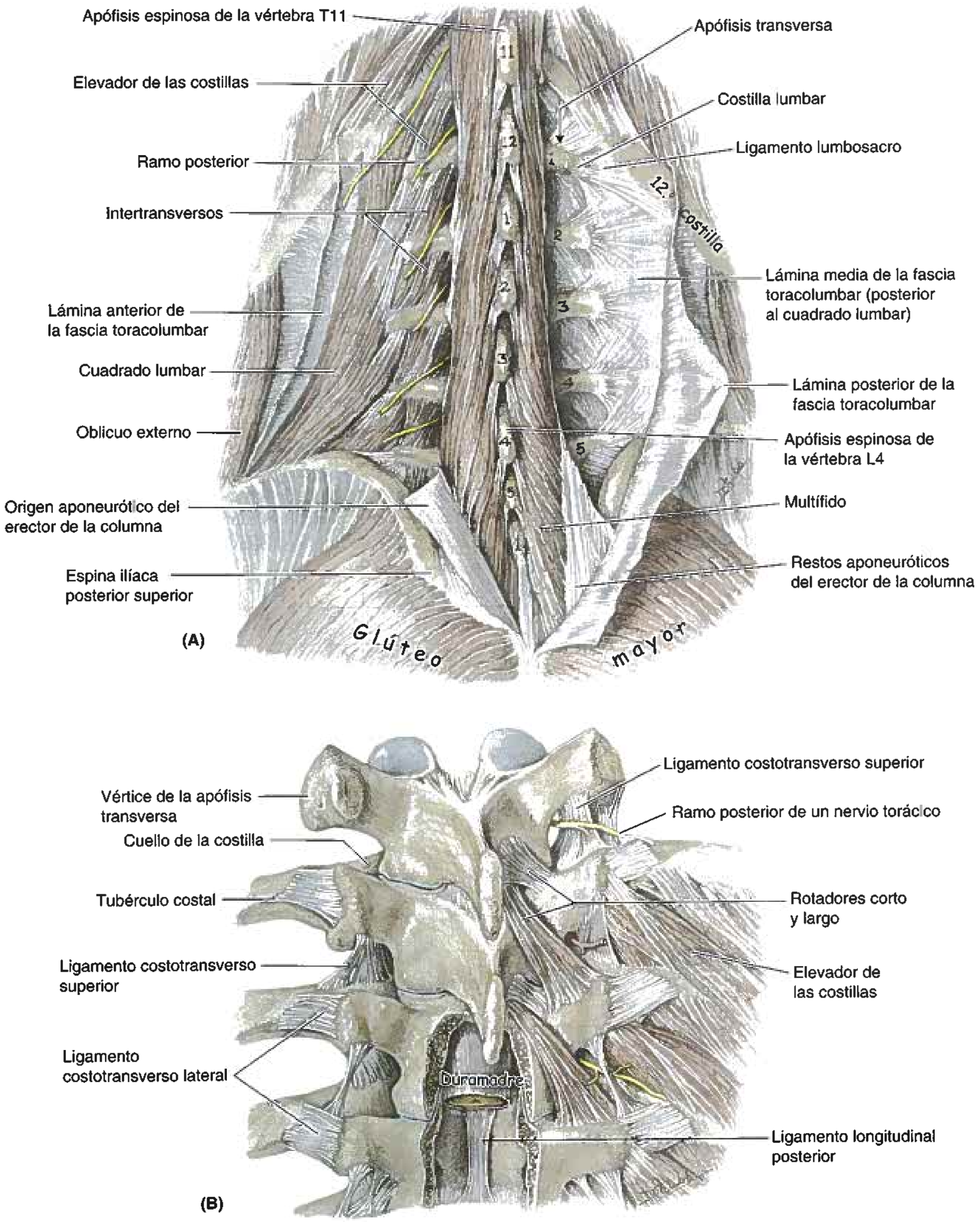

Apófisis espinosa de la vértebra T11
Elevador de las costillas
Ramo posterior
Intertransversos
Lámina anterior de la fascia toracolumbar
Cuadrado lumbar
Oblicuo externo
Origen aponeurótico del erector de la columna
Espina ilíaca posterior superior
(A)
Apófisis transversa
Costilla lumbar
Ligamento lumbosacro
12.ª costilla
Lámina media de la fascia toracolumbar (posterior al cuadrado lumbar)
Lámina posterior de la fascia toracolumbar
Apófisis espinosa de la vértebra L4
Multífido
Restos aponeuróticos del erector de la columna
11
12
1
2
3
4
5
Glúteo mayor
Vértice de la apófisis transversa
Cuello de la costilla
Tubérculo costal
Ligamento costotransverso superior
Ligamento costotransverso lateral
(B)
Ligamento costotransverso superior
Ramo posterior de un nervio torácico
Rotadores corto y largo
Elevador de las costillas
Duramadre
Ligamento longitudinal posterior

FIGURA 4-32. Capa profunda de los músculos intrínsecos del dorso (músculos transversoespinosos).

semiespinoso se divide en tres partes, de acuerdo con sus inserciones superiores (fig. 4-31): **semiespinoso de la cabeza, semiespinoso torácico** y **semiespinoso cervical.** El semiespinoso de la cabeza produce el abultamiento longitudinal de la nuca, cerca del plano medio.

El músculo **multífido** es la capa media del grupo; está compuesto por cortos haces musculares triangulares, más gruesos en la región lumbar (fig. 4-33B).

Los músculos **rotadores** constituyen la más profunda de las tres capas de los músculos transversoespinosos y están más desarrollados en la región torácica. El grupo transversoespinoso de la capa profunda de los músculos intrínsecos del dorso se ilustra por separado en la figura 4-33, y los detalles sobre sus inserciones, inervación y acciones se exponen en la tabla 4-6.

Los **interespinosos, intertransversos** y **elevadores de las costillas** son músculos profundos dorsales menores, relativamente escasos en la región torácica. Los músculos interespinosos e intertransversos conectan las apófisis espinosas y transversas, respectivamente. Los elevadores de las costillas representan los músculos intertransversos posteriores del cuello. En la tabla 4-6 se detallan las inserciones, la inervación y las acciones de los músculos menores de la capa profunda de músculos intrínsecos.

PRINCIPALES MÚSCULOS QUE MOVILIZAN LAS ARTICULACIONES INTERVERTEBRALES

Los principales músculos que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales cervicales, torácicas y lumbares se ilustran en las figuras 4-34 y 4-35, y los detalles se resumen en las tablas 4-7 y 4-8. Muchos de los músculos que actúan sobre las vértebras cervicales se exponen con más detalle en el capítulo 8 (Cuello). Los músculos del dorso son relativamente inactivos en la bipedestación cómoda, pero (especialmente la capa profunda más corta de los músculos intrínsecos) actúan como músculos posturales estáticos (fijadores o estabilizadores) de la columna vertebral, manteniendo la tensión y la estabilidad necesarias para la postura erecta.

En la tabla 4-8, nótese que en todos los movimientos de las articulaciones intervertebrales (es decir, todos los de la columna vertebral), excepto la extensión pura, interviene total o parcialmente la *contracción concéntrica* de los músculos abdominales. Sin embargo, recuérdese que en éstos, como en todos los movimientos, la *contracción excéntrica* (relajación controlada) de los músculos antagonistas tiene una importancia crucial para que el movimiento sea suave y controlado (v. «Tejido y sistema musculares» en «Introducción», p. 29). Por lo tanto, es la interacción de los músculos anteriores (abdominales) y posteriores (dorsales), así como los pares contralaterales de cada uno, lo que proporciona estabilidad y produce los

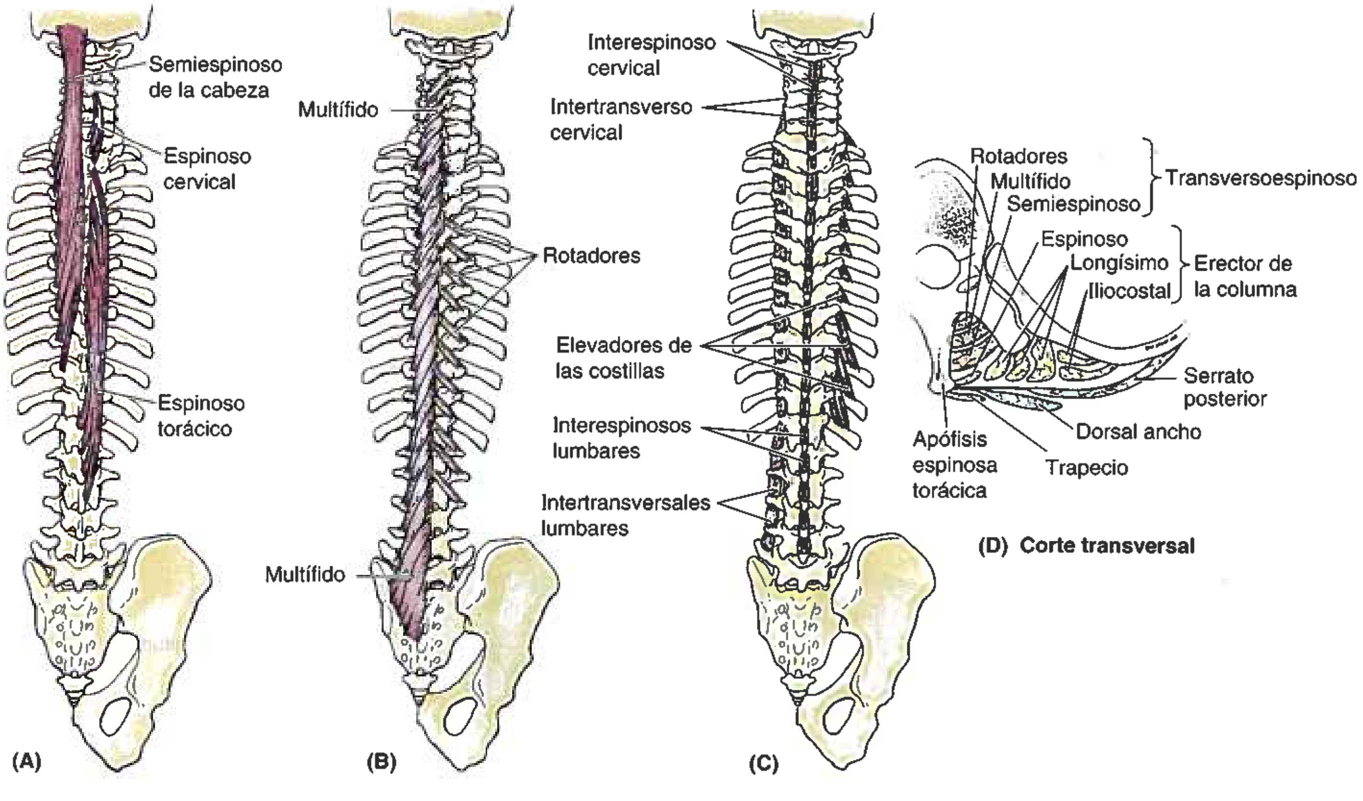

Semiespinoso de la cabeza
Espinoso cervical
Espinoso torácico
(A)
Multífido
Rotadores
Multífido
(B)
Interespinoso cervical
Intertransverso cervical
Elevadores de las costillas
Interespinosos lumbares
Intertransversales lumbares
(C)
Rotadores
Multífido
Semiespinoso
Transversoespinoso
Espinoso
Longísimo
Iliocostal
Erector de la columna
Serrato posterior
Dorsal ancho
Trapecio
Apófisis espinosa torácica
(D) Corte transversal
Vistas posteriores

FIGURA 4-33. Capa profunda de los músculos intrínsecos del dorso. A. El grupo muscular transversoespinoso se halla profundamente con respecto al erector de la columna (v. D). La corta costilla lumbar se articula con la apófisis transversa de la vértebra L1. Esta variante común no suele ocasionar problemas; no obstante, si se desconoce esta posibilidad puede efectuarse un diagnóstico erróneo de fractura de la apófisis transversa. **B.** En la disección más profunda se muestran los rotadores y los ligamentos costotransversos. Los músculos elevadores de las costillas representan los músculos intertransversos posteriores en la región torácica.

TABLA 4-6. CAPAS PROFUNDAS DE LOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DEL DORSO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acciones principales
Capa profunda				
Transversoespinosos Semiespinoso Multífido Rotadores (corto y largo)	Apófisis transversas *Semiespinoso:* se origina en las apófisis transversas de las vértebras C4-T12 *Multífido*: se origina en la cara posterior del sacro, espina ilíaca posterior superior, aponeurosis del erector de la columna, ligamentos sacroilíacos, apófisis mamilares de las vértebras lumbares, apófisis transversas de T1-3, apófisis articulares de C4-7 *Rotadores*: se originan en las apófisis transversas de las vértebras; más desarrollados en la región torácica	Apófisis espinosas de las vértebras más superiores *Semiespinoso:* torácico, cervical, de la cabeza; las fibras discurren superomedialmente hacia el hueso occipital y las apófisis espinosas de las regiones torácica y cervical; abarcan 4-6 segmentos *Multífido:* más grueso en la región lumbar; las fibras pasan oblicuamente superomedialmente a lo largo de las apófisis espinosas de las vértebras localizadas 2-4 segmentos por encima de su inserción proximal *Rotadores:* las fibras pasan superomedialmente para insertarse en la unión de la lámina y la apófisis transversa o la apófisis espinosa de la vértebra inmediatamente superior (cortos) o 2 segmentos por encima de la vértebra de origen (largos)	Ramos posteriores de los nervios espinales[a]	Extensión *Semiespinoso:* extiende la cabeza y las regiones torácica y cervical de la columna vertebral, y las rota hacia el lado opuesto *Multífido:* estabiliza las vértebras durante los movimientos locales de la columna vertebral *Rotadores:* estabiliza las vértebras y ayuda en la extensión local y en los movimientos de rotación de la columna vertebral; pueden funcionar como órganos de propiocepción
Capa profunda menor				
Interespinosos	Superficies superiores de las apófisis espinosas de las vértebras cervicales y lumbares	Superficies inferiores de las apófisis espinosas de la vértebra inmediatamente por encima de la vértebra de origen	Ramos posteriores de los nervios espinales	Ayudan en la extensión y rotación de la columna vertebral
Intertransversos	Apófisis transversas de las vértebras cervicales y lumbares	Apófisis transversas de las vértebras adyacentes	Ramos posterior y anterior de los nervios espinales[a]	Ayudan en la flexión lateral de la columna vertebral; actuando bilateralmente, estabilizan la columna vertebral
Elevadores de las costillas	Vértices de las apófisis transversas de las vértebras C7 y T1-11	Pasan inferolateralmente y se insertan en la costilla entre el tubérculo y el ángulo	Ramos posteriores de los nervios espinales C8-T11	Elevan las costillas, ayudan a la respiración; ayudan a la flexión lateral de la columna vertebral

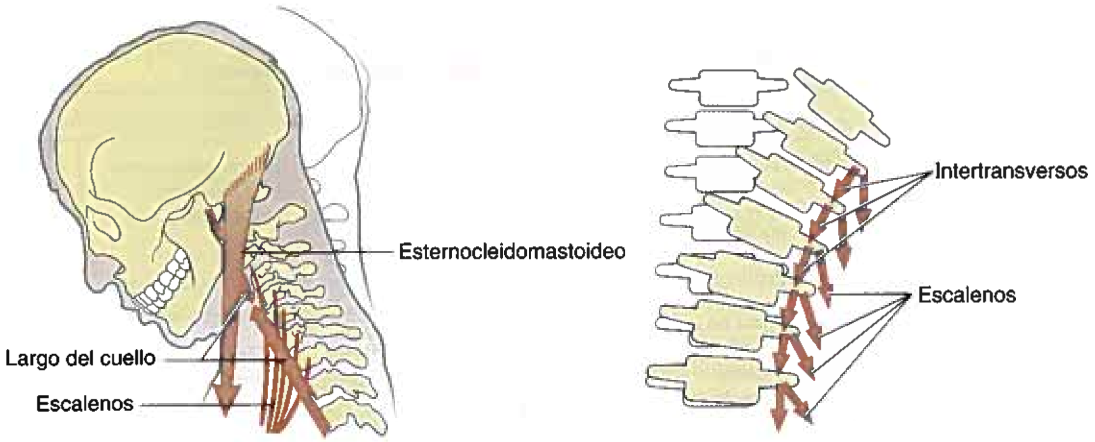
[a] La mayoría de los músculos del dorso reciben su inervación de los ramos posteriores de los nervios espinales, pero algunos la reciben de los ramos anteriores. Los músculos intertransversos anteriores de la región cervical son inervados por los ramos anteriores.

movimientos del esqueleto axial, de un modo muy semejante a como sus tirantes soportan un mástil. A menudo la sobrecarga crónica del dorso (como la producida por una excesiva lordosis lumbar) es consecuencia de un desequilibrio de este soporte (falta de tono de los músculos abdominales en el caso de la lordosis). Para recuperar el equilibrio puede ser necesario realizar ejercicios o eliminar el peso excesivo y distribuido de modo desigual.

Los músculos pequeños generalmente tienen una densidad más alta de **husos musculares** (sensores de la propiocepción interdigitados con las fibras musculares) que los músculos grandes. Se asumió que las mayores concentraciones de husos ocurren porque los músculos pequeños producen los movimientos más precisos, como los finos movimientos posturales o la manipulación, y por lo tanto requieren más retroestimulación propioceptiva.

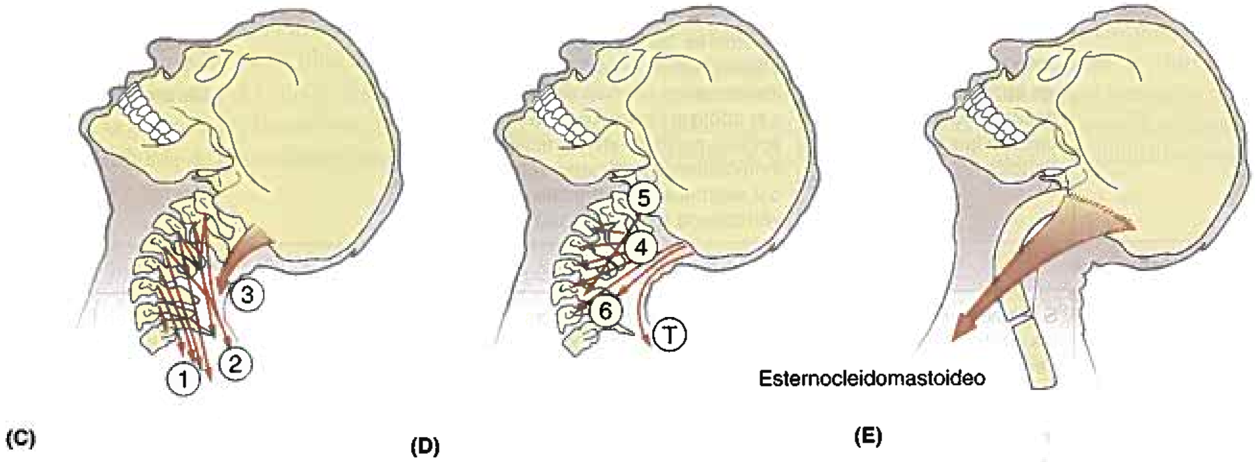
Los movimientos descritos por los músculos pequeños se deducen de la localización de sus inserciones y de la dirección de las fibras musculares, así como de la determinación electromiográfica de su actividad al realizar movimientos. Sin embargo, músculos como los rotadores son tan pequeños y están colocados en una posición cuyas ventajas mecánicas son tan relativamente escasas, que su capacidad para producir los movimientos descritos es algo cuestionable. Además, los músculos pequeños a menudo son superfluos para otros músculos grandes que son mecánicamente superiores. Por lo tanto, se ha propuesto (Buxton y Peck, 1989) que en las parejas de músculos grande-pequeño, estos últimos funcionan más bien como «monitores cinesiológicos» (órganos de propiocepción), y que los músculos grandes son los que producen el movimiento.

(El texto continúa en p. 492)


Esternocleidomastoideo
Largo del cuello
Escalenos
Intertransversos
Escalenos

(A) Músculos que producen flexión

(B) Músculos que producen flexión lateral

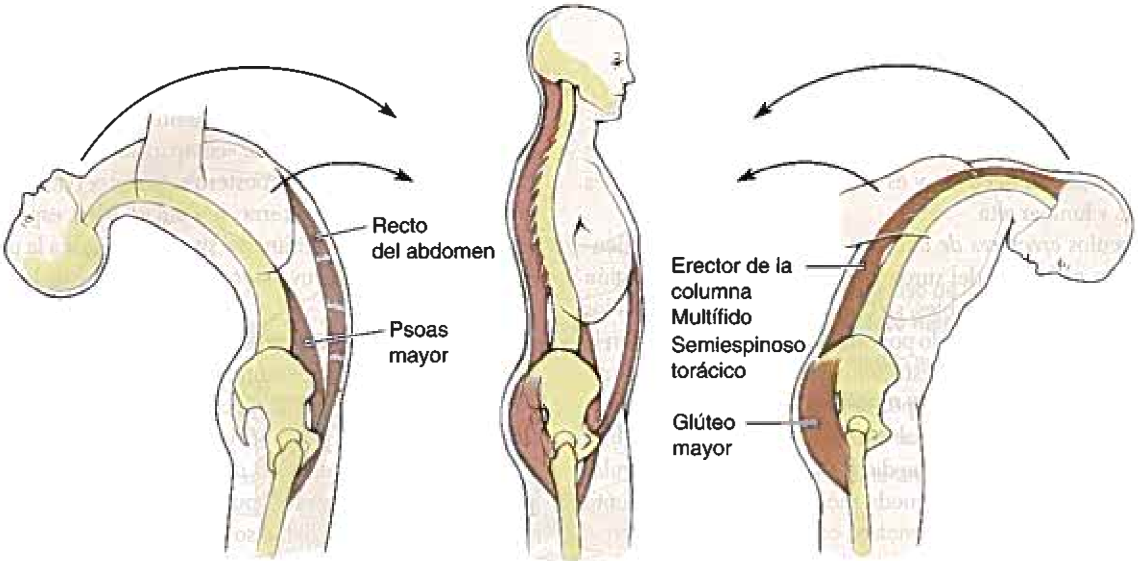

5
4
3
6
T
2
1
Esternocleidomastoideo
(C)
(D)
(E)

(C-E) Músculos que producen extensión

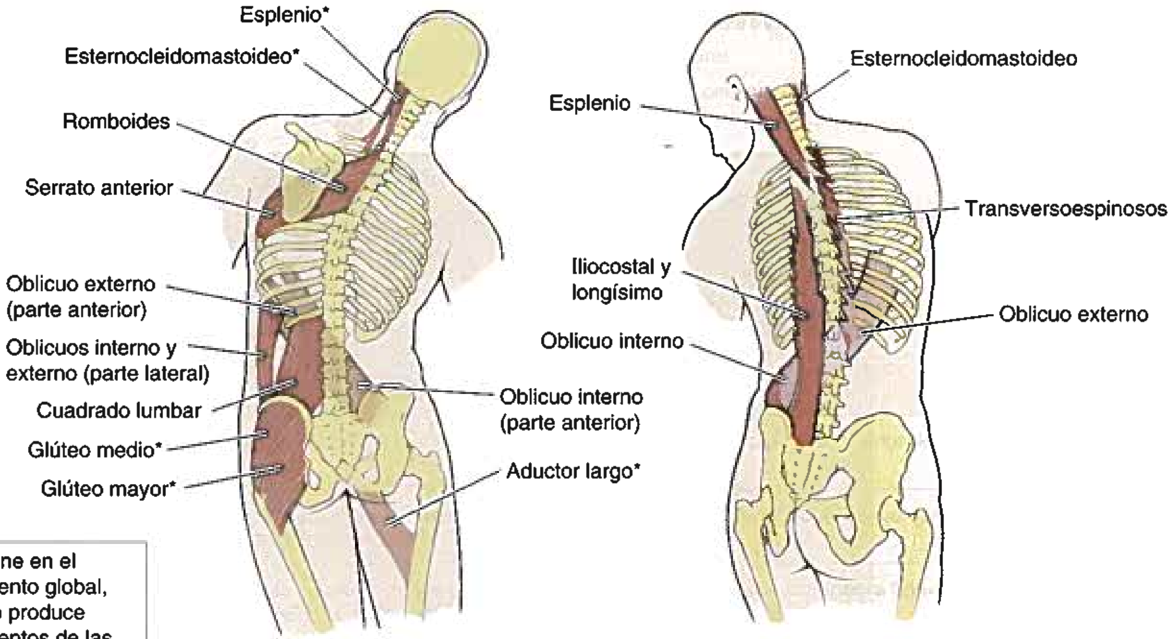
FIGURA 4-34. Principales músculos que movilizan las articulaciones intervertebrales cervicales.

TABLA 4-7. PRINCIPALES MÚSCULOS QUE PRODUCEN MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES INTERVERTEBRALES CERVICALES

Flexión	Extensión	Flexión lateral	Rotación (no mostrados)
Acción bilateral de Largo del cuello Escaleno Esternocleidomastoideo	Músculos profundos del cuello 1, Semiespinoso cervical e iliocostal cervical 2, Esplenio cervical y elevador de la escápula 3, Esplenio de la cabeza 4, Multífido 5, Longísimo de la cabeza 6, Semiespinoso de la cabeza T, Trapecio	Acción unilateral de Iliocostal cervical Longísimo de la cabeza y cervical Esplenio de la cabeza y cervical Intertransversos y escalenos	Acción unilateral de Rotadores Semiespinoso de la cabeza y cervical Multífido Esplenio cervical


Recto
del abdomen
Psoas
mayor
Erector de la
columna
Multífido
Semiespinoso
torácico
Glúteo
mayor

(A) Flexión (a partir de la posición en extensión) **(B) Posición neutra** **(C) Extensión (a partir de la posición en flexión)**


Esplenio*
Esternocleidomastoideo*
Romboides
Serrato anterior
Oblicuo externo
(parte anterior)
Oblicuos interno y
externo (parte lateral)
Cuadrado lumbar
Glúteo medio*
Glúteo mayor*
Oblicuo interno
(parte anterior)
Aductor largo*
Esternocleidomastoideo
Esplenio
Transversoespinosos
Iliocostal y
longísimo
Oblicuo interno
Oblicuo externo

*Interviene en el movimiento global, pero no produce movimientos de las articulaciones intervertebrales de la tabla 4-8.

(D) Flexión lateral
(Los músculos mostrados se contraen para doblarse hacia el lado opuesto [izquierdo])

(E) Rotación
(Los músculos mostrados se contraen para rotar hacia la izquierda)

FIGURA 4-35. Principales músculos que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales torácicas y lumbares.

TABLA 4-8. PRINCIPALES MÚSCULOS QUE PRODUCEN MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES INTERVERTEBRALES TORÁCICAS Y LUMBARES

Flexión	Extensión	Flexión lateral	Rotación
Acción bilateral de Recto del abdomen Psoas mayor Gravedad	Acción bilateral de Erector de la columna Multífido Semiespinoso torácico	Acción unilateral de Iliocostal torácico y lumbar Longísimo torácico Multífido Oblicuo externo e interno Cuadrado lumbar Romboides Serrato anterior	Acción unilateral de Rotadores Multífido Iliocostal Longísimo Oblicuo externo en acción sincrónica con el oblicuo interno opuesto Esplenio torácico

Anatomía de superficie de los músculos del dorso

El *surco medio posterior* cubre los vértices de las apófisis espinosas de las vértebras (fig. 4-36). Este surco continúa superiormente con el *surco nucal* en el cuello y es más profundo en las regiones torácica baja y lumbar alta.

Los músculos *erectores de la columna* producen abultamientos verticales a cada lado del surco medio posterior. En la región lumbar son fácilmente palpables; su borde lateral coincide con los ángulos costales y viene indicado por unos surcos superficiales en la piel. Con el individuo en bipedestación, las apófisis espinosas lumbares pueden quedar señaladas por depresiones en la piel. Estas apófisis suelen hacerse visibles al flexionar la columna vertebral (v. figs. 4-8A y 4-11A). El surco medio finaliza en el área triangular aplanada que cubre el sacro y queda reemplazado inferiormente por la *hendidura interglútea*.

Al elevar los miembros superiores, las escápulas se desplazan lateralmente sobre la pared torácica y se visualizan los *músculos romboides* y *redondo mayor*. Los músculos superficiales *trapecio* y *dorsal ancho* conectan los miembros superiores con la columna vertebral y son claramente visibles.

Músculos suboccipitales y profundos del cuello

A menudo representada erróneamente como una zona superficial, la **región suboccipital** es un «compartimiento» muscular situado profundamente en la zona posterosuperior cervical, por debajo de los músculos trapecio, esternocleidomastoideo, esplenio y semiespinoso. Es un espacio piramidal situado inferior a la protuberancia occipital externa e incluye las caras posteriores de las vértebras C1 y C2 (fig. 4-37).

Los cuatro pequeños músculos de la región suboccipital están situados profundamente (anteriores) con respecto a los músculos semiespinosos de la cabeza. Se componen de dos rectos posteriores de la cabeza (mayor y menor) y dos oblicuos. Los cuatro músculos están inervados por el *ramo posterior de C1*, el **nervio suboccipital.** El nervio surge en el punto donde la arteria vertebral cursa profundamente entre el hueso occipital y el atlas (vértebra C1), en el **triángulo suboccipital.** Los detalles sobre los límites y el contenido de este triángulo y las inserciones de los músculos suboccipitales se ilustran en la figura 4-37 y se describen en la tabla 4-9.

Nótese que el músculo **oblicuo inferior de la cabeza** es el único músculo «de la cabeza» que carece de inserciones en el crá-

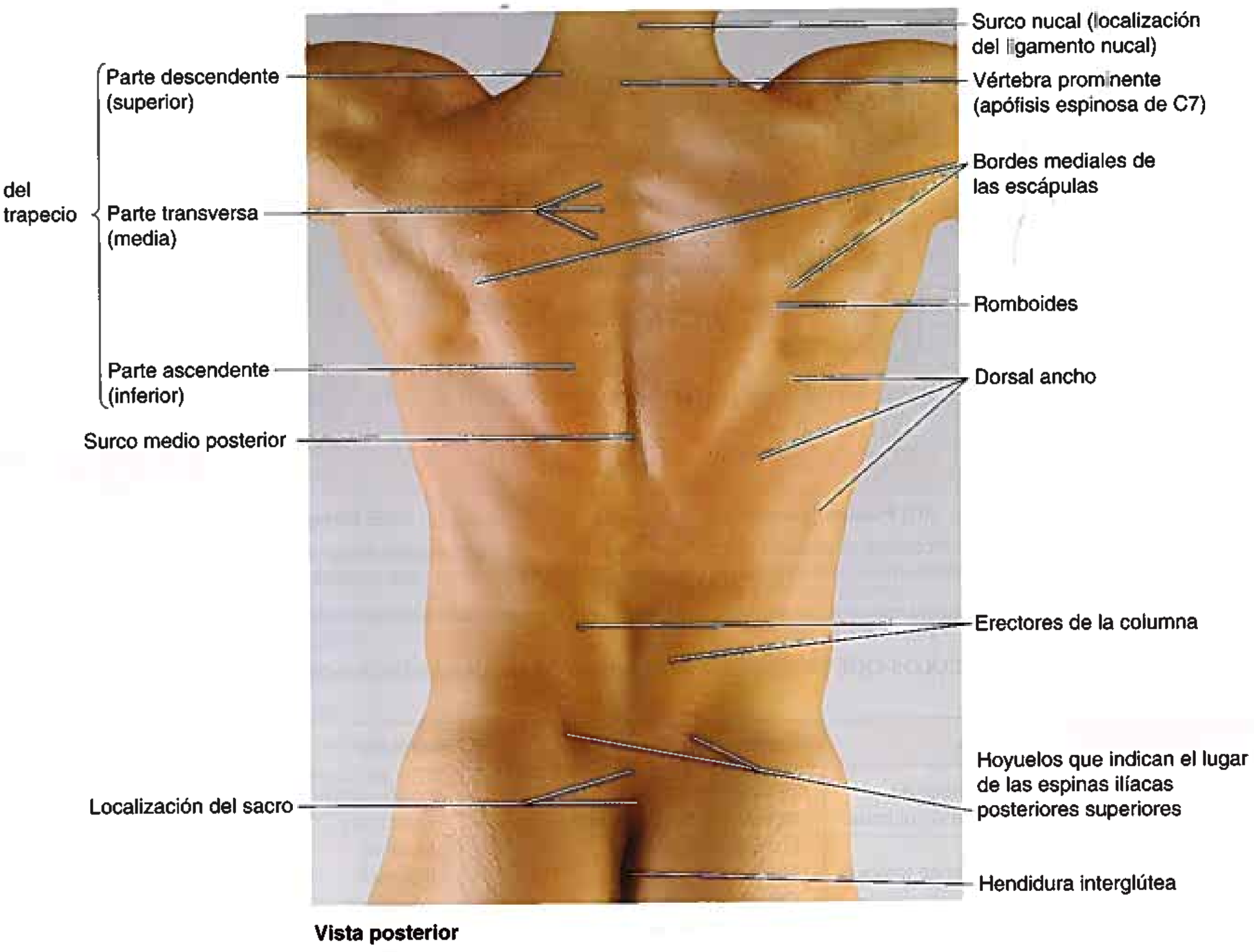

Surco nucal (localización del ligamento nucal)
Vértebra prominente (apófisis espinosa de C7)
Parte descendente (superior)
del trapecio
Parte transversa (media)
Parte ascendente (inferior)
Bordes mediales de las escápulas
Romboides
Dorsal ancho
Surco medio posterior
Erectores de la columna
Hoyuelos que indican el lugar de las espinas ilíacas posteriores superiores
Localización del sacro
Hendidura interglútea
Vista posterior

FIGURA 4-36. Anatomía de superficie de los músculos del dorso.

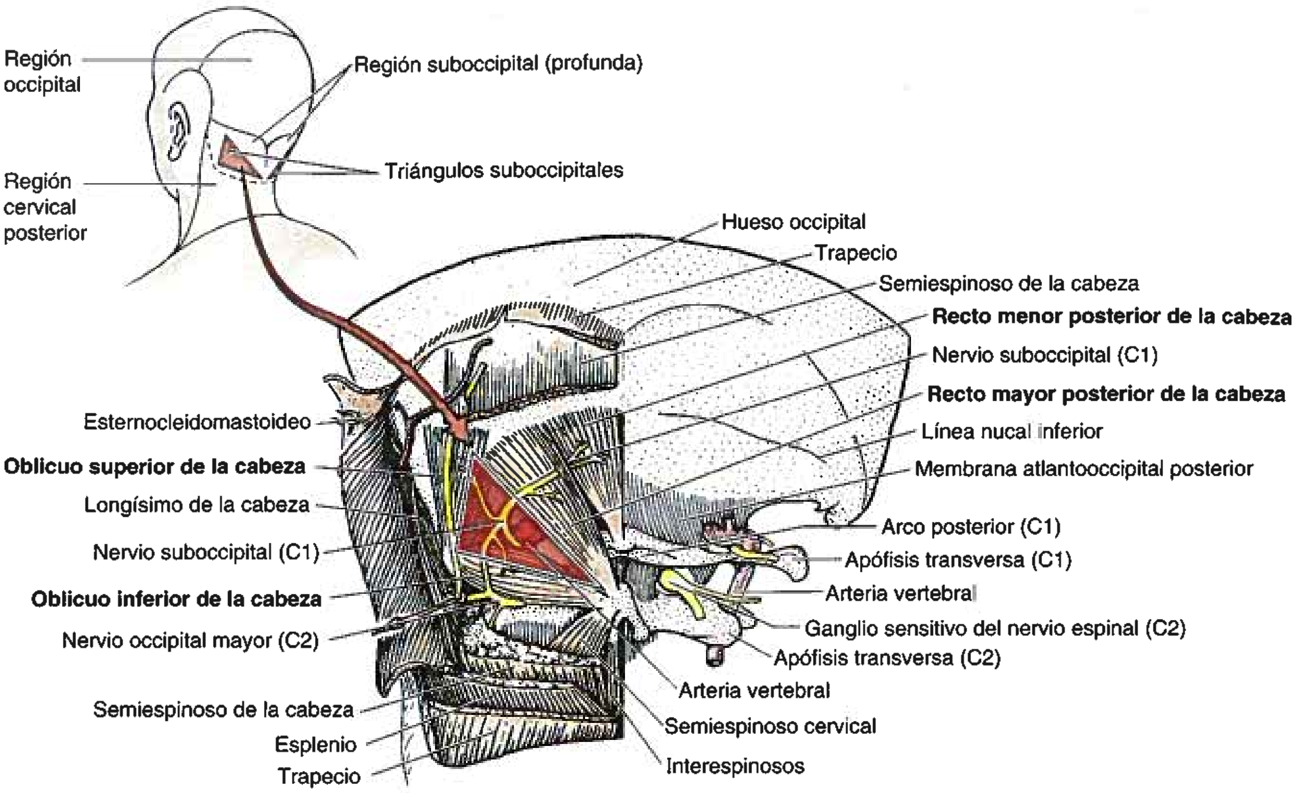

Región occipital
Región subocccipital (profunda)
Región cervical posterior
Triángulos suboccipitales
Hueso occipital
Trapecio
Semiespinoso de la cabeza
Recto menor posterior de la cabeza
Nervio suboccipital (C1)
Recto mayor posterior de la cabeza
Línea nucal inferior
Membrana atlantooccipital posterior
Esternocleidomastoideo
Oblicuo superior de la cabeza
Longísimo de la cabeza
Nervio suboccipital (C1)
Oblicuo inferior de la cabeza
Nervio occipital mayor (C2)
Arco posterior (C1)
Apófisis transversa (C1)
Arteria vertebral
Ganglio sensitivo del nervio espinal (C2)
Apófisis transversa (C2)
Arteria vertebral
Semiespinoso de la cabeza
Semiespinoso cervical
Esplenio
Interespinosos
Trapecio

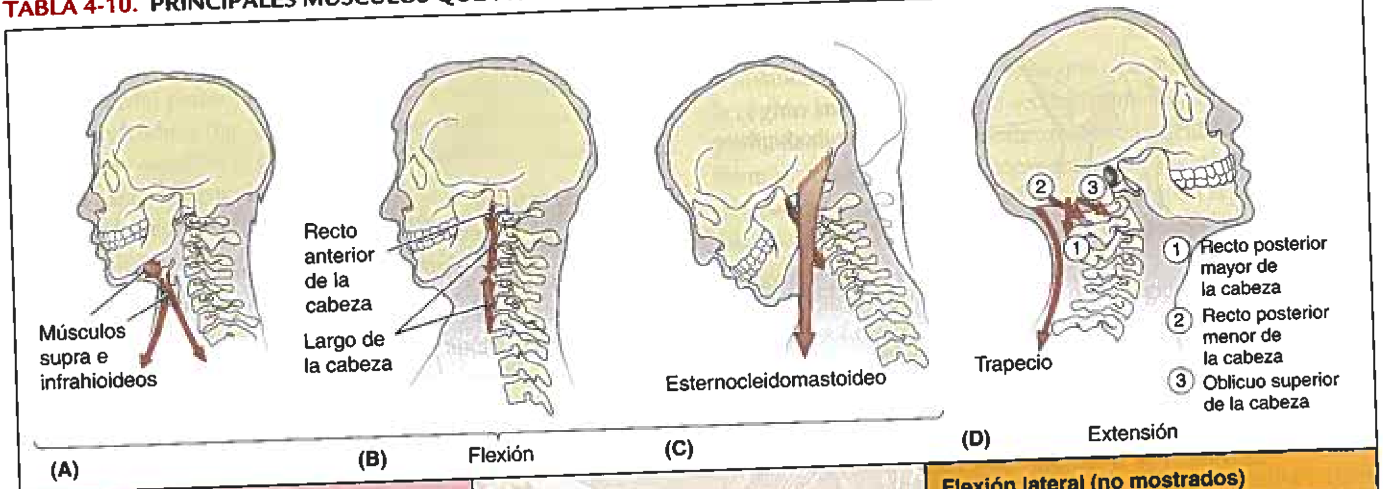
FIGURA 4-37. Músculos suboccipitales y triángulo suboccipital.

TABLA 4-9. MÚSCULOS SUBOCCIPITALES Y TRIÁNGULO SUBOCCIPITAL

Músculos suboccipitales		
Músculo	**Origen**	**Inserción**
Recto mayor posterior de la cabeza	Apófisis espinosa de la vértebra C2	Parte lateral de la línea nucal inferior del hueso occipital
Recto menor posterior de la cabeza	Tubérculo posterior del arco posterior de la vértebra C1	Parte medial de la línea nucal inferior del hueso occipital
Oblicuo inferior de la cabeza	Tubérculo posterior del arco posterior de la vértebra C2	Apófisis transversas de la vértebra C1
Oblicuo superior de la cabeza	Apófisis transversa de la vértebra C1	Hueso occipital entre las líneas nucales superior e inferior

Triángulo suboccipital	
Detalle del triángulo	**Estructuras**
Límite superomedial	Recto mayor posterior de la cabeza
Límite superolateral	Oblicuo superior de la cabeza
Límite inferolateral	Oblicuo inferior de la cabeza
Suelo	Membrana atlantooccipital posterior y arco posterior de la vértebra C1
Techo	Semiespinoso de la cabeza
Contenido	Arteria vertebral y nervio suboccipital

TABLA 4-10. PRINCIPALES MÚSCULOS QUE PRODUCEN MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES ATLANTOOCCIPITALES


Músculos supra e infrahioideos
Recto anterior de la cabeza
Largo de la cabeza
Esternocleidomastoideo
Trapecio
② ③
①
① Recto posterior mayor de la cabeza
② Recto posterior menor de la cabeza
③ Oblicuo superior de la cabeza
(A)
(B)
Flexión
(C)
(D)
Extensión

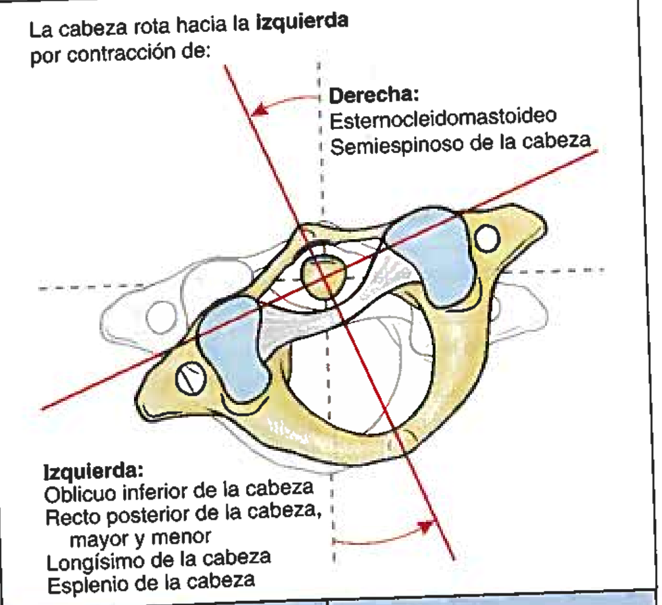
Flexión	Extensión	Flexión lateral (no mostrados)
Largo de la cabeza	Recto posterior de la cabeza, mayor y menor	Esternocleidomastoideo
Recto anterior de la cabeza	Oblicuo superior de la cabeza	Oblicuo superior de la cabeza
Fibras anteriores del esternocleidomastoideo	Esplenio de la cabeza	Recto lateral de la cabeza
Músculos suprahioideos e infrahioideos	Longísimo de la cabeza	Longísimo de la cabeza
	Trapecio	Esplenio de la cabeza

neo. Estos músculos son principalmente posturales, pero típicamente se describen acciones para cada uno de ellos en cuanto a los movimientos que producen en la cabeza.

Los músculos suboccipitales actúan directa o indirectamente sobre la cabeza (lo que explica la inclusión de «de la cabeza» en sus nombres) al extenderla sobre la vértebra C1 y rotarla sobre las vértebras C1 y C2. Sin embargo, recuérdese la discusión sobre el miembro pequeño de la pareja de músculos pequeño-grande, en la cual funciona como monitor cinesiológico para la sensibilidad propioceptiva (p. 489).

Los principales músculos que producen movimientos de las articulaciones craneovertebrales se resumen en las tablas 4-10 y 4-11, y los nervios de la región cervical posterior, incluidos los de la región/triángulos suboccipitales, se ilustran en la figura 4-38 y se resumen en la tabla 4-12.

TABLA 4-11. PRINCIPALES MÚSCULOS QUE PRODUCEN MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES ATLANTOAXIALES[a]


La cabeza rota hacia la izquierda por contracción de:
Derecha:
Esternocleidomastoideo
Semiespinoso de la cabeza
Izquierda:
Oblicuo inferior de la cabeza
Recto posterior de la cabeza, mayor y menor
Longísimo de la cabeza
Esplenio de la cabeza

Homolateral[b]	Contralateral
Oblicuo inferior de la cabeza	Esternocleidomastoideo
Recto posterior de la cabeza, mayor y menor	Semiespinoso de la cabeza
Longísimo de la cabeza	
Esplenio de la cabeza	

[a] La rotación es el movimiento especializado en estas articulaciones. El movimiento de una articulación afecta a la otra.

[b] El mismo lado hacia el que rota la cabeza.

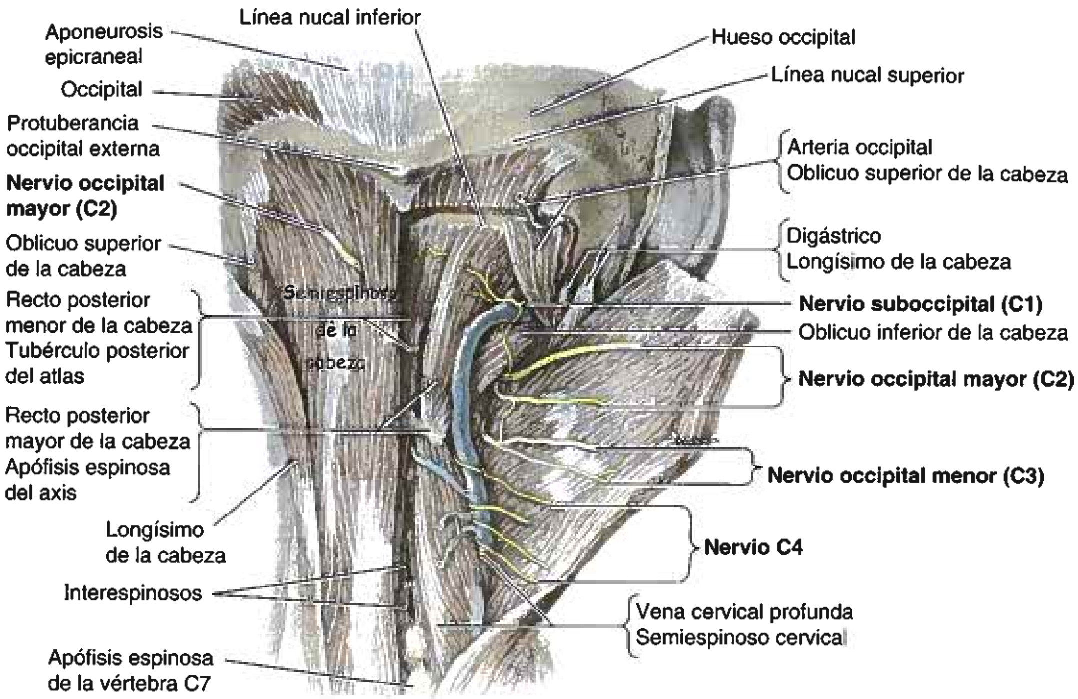

Línea nucal inferior
Aponeurosis epicraneal
Occipital
Protuberancia occipital externa
Nervio occipital mayor (C2)
Oblicuo superior de la cabeza
Recto posterior menor de la cabeza
Tubérculo posterior del atlas
Recto posterior mayor de la cabeza
Apófisis espinosa del axis
Longísimo de la cabeza
Interespinosos
Apófisis espinosa de la vértebra C7
Semiespinoso de la cabeza
Hueso occipital
Línea nucal superior
Arteria occipital
Oblicuo superior de la cabeza
Digástrico
Longísimo de la cabeza
Nervio suboccipital (C1)
Oblicuo inferior de la cabeza
Nervio occipital mayor (C2)
Nervio occipital menor (C3)
Nervio C4
Vena cervical profunda
Semiespinoso cervical

FIGURA 4-38. Nervios de la región cervical posterior, incluidos la región/triángulos suboccipitales.

TABLA 4-12. NERVIOS DE LA REGIÓN CERVICAL POSTERIOR, INCLUIDOS LOS DE LA REGIÓN/TRIÁNGULOS SUBOCCIPITALES

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Suboccipital	Ramo posterior del nervio espinal C1	Discurre entre el cráneo y la vértebra C1 y llega al triángulo suboccipital	Músculos del triángulo suboccipital
Occipital mayor	Ramo posterior del nervio espinal C2	Surge inferior al oblicuo inferior de la cabeza y asciende a la parte posterior del cuero cabelludo	Piel sobre el cuello y el hueso occipital
Occipital menor	Ramos anteriores de los nervios espinales C2-3	Pasa directamente a la piel	Piel de la parte posterolateral superior del cuello y cuero cabelludo por detrás de la oreja
Ramos posteriores, nervios C3-7	Ramos posteriores de los nervios espinales C3-7	Pasan segmentariamente a los músculos y la piel	Músculos intrínsecos del dorso y piel suprayacente (junto a la columna vertebral)

MÚSCULOS DEL DORSO

Distensiones y esguinces

El calentamiento y el estiramiento adecuados y los ejercicios para aumentar el tono de los «músculos centrales» (músculos de la pared anterolateral del abdomen, especialmente el transverso del abdomen, que desempeñan un papel en la estabilización lumbar) ayudan a evitar muchos casos de distensiones y esguinces, causas comunes de lumbalgia.

El **esguince dorsal (de la espalda)** es una lesión que afecta sólo al tejido ligamentoso o a su inserción ósea, sin luxación ni fractura. Se produce por contracciones excesivamente potentes en relación con movimientos de la columna vertebral, como la extensión o la rotación intensas.

La **distensión dorsal (de la espalda)** es una lesión común en los deportistas; se produce por una contracción muscular muy fuerte. En la distensión se produce un cierto grado de estiramiento o desgarro microscópico de las fibras musculares. Los músculos habitualmente afectados son los que producen movimientos de las articulaciones intervertebrales lumbares, especialmente el erector de la columna. Si el peso no se equilibra adecuadamente sobre la columna vertebral, se ejerce distensión en los músculos.

Al utilizar el dorso como palanca cuando se levantan pesos, se impone una enorme tensión sobre la columna vertebral y sus músculos y ligamentos. Estas tensiones pueden minimizarse si el levantador se pone en cuclillas, mantiene el dorso lo más recto posible y utiliza los músculos de las nalgas y de los miembros inferiores para ayudar al levantamiento.

Como mecanismo de protección, los músculos del dorso presentan un **espasmo** tras una lesión o en respuesta a la inflamación (p. ej., de los ligamentos). Un espasmo es una contracción súbita e involuntaria de uno o más grupos musculares. Los espasmos se acompañan de calambres, dolor e interferencia en la función, con movimientos involuntarios y distorsión.

Disminución del riego sanguíneo del tronco del encéfalo

El curso serpenteante de las arterias vertebrales a través de los agujeros transversos de las apófisis transversas cervicales y de los triángulos suboccipitales adquiere importancia clínica cuando disminuye el flujo sanguíneo por ellas, como ocurre en la *arterioesclerosis*. En estas circunstancias, el giro prolongado de la cabeza, como al hacer marcha atrás en un automóvil, puede producir aturdimiento, mareo y otros síntomas por interferencia en el flujo sanguíneo del tronco del encéfalo.

Puntos fundamentales

MÚSCULOS DEL DORSO

Los músculos extrínsecos superficiales del dorso son músculos axioapendiculares que ejercen función sobre los miembros superiores. ♦ Excepto el trapecio, inervado por el NC XI, los músculos extrínsecos del dorso están inervados por los ramos anteriores de los nervios espinales. ♦ Los músculos intrínsecos profundos del dorso conectan elementos del esqueleto axial, están inervados principalmente por ramos posteriores de los nervios espinales y se hallan dispuestos en tres capas: superficial (músculos esplenios), intermedia (erector de la columna) y profunda (músculos transversoespinosos). ♦ Los músculos intrínsecos posibilitan principalmente la extensión, aportan la sensibilidad propioceptiva para la postura y actúan sinérgicamente con los músculos de la pared anterolateral del abdomen para estabilizar y movilizar el tronco. ♦ Los músculos suboccipitales se extienden entre las vértebras C1 y C2 y el hueso occipital, y producen movimientos en las articulaciones craneovertebrales y/o aportan información propioceptiva.

CONTENIDO DEL CONDUCTO VERTEBRAL

La médula espinal, las raíces de los nervios espinales y las meninges espinales y las estructuras vasculonerviosas que las sirven se hallan dentro del conducto vertebral (fig. 4-27).

Médula espinal

La **médula espinal** es el principal centro reflejo y vía de conducción entre el cuerpo y el encéfalo. Esta estrucutura cilíndrica, ligeramente aplanada anteroposteriormente, está protegida por las vértebras, sus ligamentos y músculos asociados, las meninges espinales y el LCR.

La médula espinal comienza como prolongación de la **médula oblongada,** o parte caudal del tronco del encéfalo. En el adulto, la médula espinal tiene una longitud de 42-45 cm y se extiende desde el agujero magno del hueso occipital hasta las vértebras L1 o L2 (fig. 4-39). Sin embargo, su extremo inferior, que se adelgaza progresivamente, el **cono medular,** puede finalizar a un nivel alto, incluso en T12, o bajo, en L3. Así pues, la médula espinal ocupa sólo los dos tercios superiores del conducto vertebral.

La médula espinal presenta dos engrosamientos relacionados con la inervación de los miembros. La **intumescencia cervical** se extiende desde el segmento medular C4 hasta T1, y la mayor parte de los ramos anteriores de los nervios espinales que emergen a estos niveles constituyen el *plexo nervioso braquial* que inerva el miembro superior. La **intumescencia lumbosacra** (lumbar) se extiende desde el segmento medular T11 hasta S1; por debajo de este nivel, la médula se va adelgazando y constituye el cono medular. Los ramos anteriores de los nervios espinales que surgen a partir de este engrosamiento componen los *plexos nerviosos lumbar* y *sacro,* que inervan el miembro inferior.

Raíces de los nervios espinales

La formación y la composición de los nervios espinales y de las raíces nerviosas se expone en Introducción (p. 50). Se recomienda al lector que consulte esta información si no lo ha hecho anteriormente. La porción de médula espinal de donde emergen los filetes radiculares y las raíces que forman un par bilateral de nervios espinales constituye un **segmento de la médula espinal** que se corresponde con los nervios espinales que surgen de él.

Para designar los nervios espinales cervicales (excepto C8) se emplea la misma numeración que para las vértebras que forman el borde inferior de los agujeros intervertebrales a través de los cuales salen los nervios del conducto vertebral. Los nervios espinales más inferiores (T1 a Co1) llevan la misma designación numérica que las vértebras que forman el borde superior del agujero de salida

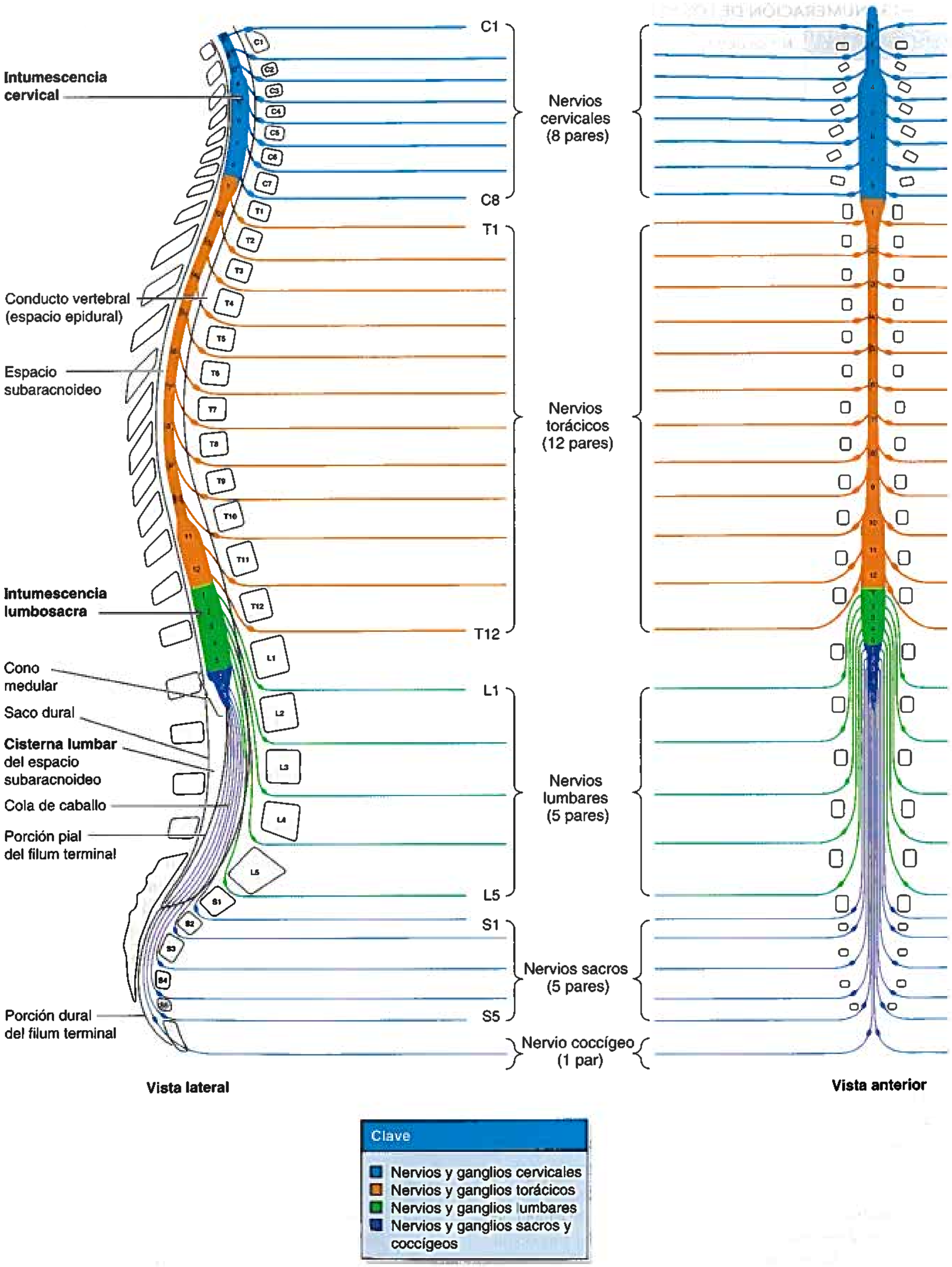

Intumescencia cervical
Conducto vertebral (espacio epidural)
Espacio subaracnoideo
Intumescencia lumbosacra
Cono medular
Saco dural
Cisterna lumbar del espacio subaracnoideo
Cola de caballo
Porción pial del filum terminal
Porción dural del filum terminal
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Nervios cervicales (8 pares)
Nervios torácicos (12 pares)
Nervios lumbares (5 pares)
Nervios sacros (5 pares)
Nervio coccígeo (1 par)
Vista lateral
Vista anterior
Clave
🟦 Nervios y ganglios cervicales
🟧 Nervios y ganglios torácicos
🟩 Nervios y ganglios lumbares
🟦 Nervios y ganglios sacros y coccígeos

FIGURA 4-39. **Columna vertebral, médula espinal, ganglios sensitivos de los nervios espinales y nervios espinales.** Vistas lateral y anterior que muestran la relación de los segmentos de la médula espinal (numerados) con los nervios espinales en la columna vertebral del adulto.

TABLA 4-13. NUMERACIÓN DE LOS NERVIOS ESPINALES Y LAS VÉRTEBRAS

Nivel del segmento	N.º de nervios	Nivel de salida de la columna vertebral
Cervical	8 (C1-8)	El nervio C1[a] (nervio suboccipital) pasa superior al del arco de la vértebra C1 Los nervios C2-7 pasan a través de los agujeros intervertebrales superiores a las vértebras correspondientes El nervio C8 atraviesa el agujero intervertebral entre las vértebras C7 y T1
Torácico	12 (T1-12)	Los nervios T1-L5 pasan a través de los agujeros intervertebrales inferiores a las vértebras correspondientes
Lumbar	5 (L1-5)	
Sacro	5 (S1-5)	Los nervios S1-4 se dividen en ramos anterior y posterior dentro del sacro; los ramos respectivos atraviesan los agujeros sacros anteriores y posteriores
Coccígeo[a]	1 (Co1)	Los nervios 5.° sacro y coccígeo atraviesan el hiato del sacro

[a] Los primeros nervios cervicales carecen de raíces posteriores en el 50 % de los sujetos, y el nervio coccígeo puede estar ausente.
(Modificada de *Barr's The Human Nervous System*.)

(tabla 4-13). Los primeros nervios cervicales carecen de raíces posteriores en el 50 % de las personas, y el nervio coccígeo puede estar ausente.

En el embrión, la médula espinal ocupa toda la longitud del conducto vertebral; por lo tanto, los segmentos de la médula espinal están situados aproximadamente en el nivel vertebral del mismo número, y los nervios espinales se dirigen lateralmente para salir por el agujero intervertebral correspondiente. Hacia el final del período embrionario (8.ª semana) ha desaparecido la prominencia caudal en forma de cola, y el número de vértebras coccígeas se reduce desde seis a cuatro segmentos. La médula espinal se atrofia en el conducto vertebral del cóccix.

Durante el período fetal, la columna vertebral crece más rápidamente que la médula espinal; a consecuencia de ello, la médula «asciende» con respecto al conducto vertebral. Al nacimiento, la punta del cono medular se halla a nivel de L4-5. Por lo tanto, en la vida posnatal, la médula espinal es más corta que la columna vertebral y se produce una oblicuidad progresiva de las raíces de los nervios espinales (figs. 4-39 y 4-40). Debido a que la distancia entre el origen de las raíces de un nervio desde que emergen de la médula espinal hasta que el nervio sale de la columna vertebral va aumentando al acercarse al extremo inferior de la columna vertebral, la longitud de las raíces nerviosas también aumenta progresivamente.

Por lo tanto, las raíces de los nervios lumbares y sacros son las más largas, pues se extienden mucho más allá del final de la médula espinal en el adulto, aproximadamente a nivel de L2, para alcanzar los agujeros intervertebrales lumbares, sacros y coccígeo. El amplio haz de raíces nerviosas espinales que surgen de la intumescencia lumbosacra y el cono medular, y que discurren dentro de la *cisterna lumbar* del LCR por debajo del final de la médula espinal, se asemejan a una **cola de caballo** y reciben esta denominación.

A partir de la punta del cono medular, el filum terminal desciende entre las raíces de los nervios espinales en la cola de caballo. El **filum terminal** es el vestigio remanente de la parte caudal de la médula espinal que estaba en la prominencia caudal a modo de cola del embrión. Su extremo proximal (**porción pial del filum terminal,** o *filum terminal interno*) consta de vestigios de tejido neural, tejido conectivo y neuroglia, revestidos por la piamadre. El filum terminal perfora el extremo inferior del saco dural, incorpora una capa de duramadre y continúa a través del hiato del sacro como **porción dural del filum terminal** (o *filum terminal externo*, conocido también como *ligamento coccígeo*), para insertarse en el dorso del cóccix. El filum terminal es un elemento de fijación del extremo inferior de la médula espinal y las meninges espinales (fig. 4-44).

Meninges espinales y líquido cefalorraquídeo

Colectivamente, la duramadre, la aracnoides y la piamadre que rodean la médula espinal constituyen las **meninges espinales** (figs. 4-41 y 4-42; tabla 4-14). Estas membranas rodean, sostienen y protegen la médula espinal y las raíces nerviosas espinales, incluidas las de la cola de caballo, y contienen el LCR, donde están suspendidas estas estructuras.

DURAMADRE ESPINAL

La **duramadre espinal** (o simplemente dura espinal), compuesta principalmente por tejido fibroso resistente y algo de tejido elástico, es la cubierta más externa de la médula espinal. La duramadre espinal está separada del periostio óseo y de los ligamentos que forman las paredes del conducto vertebral por el **espacio epidural.** Este espacio se halla ocupado por el plexo venoso vertebral interno, incluido en una matriz adiposa **(grasa epidural).** El espacio epidural discurre a lo largo del conducto vertebral; termina superiormente en el agujero magno; lateralmente, en los agujeros intervertebrales, donde la dura espinal se adhiere al periostio que rodea cada abertura; e inferiormente, donde el hiato del sacro queda sellado por el ligamento sacrococcígeo.

La dura espinal forma el **saco dural espinal**, una larga vaina tubular dentro del conducto vertebral (figs. 4-39 y 4-40). Este saco se adhiere al borde del agujero magno del cráneo, donde continúa con la duramadre craneal. El saco está fijado inferiormente al cóccix por el *filum terminal*. El saco dural es evaginado por cada par de raíces posterior y anterior a medida que se extienden lateralmente hacia su salida del conducto vertebral (fig. 4-43). Así pues, extensiones laterales de la dura espinal, que se adelgazan progresi-

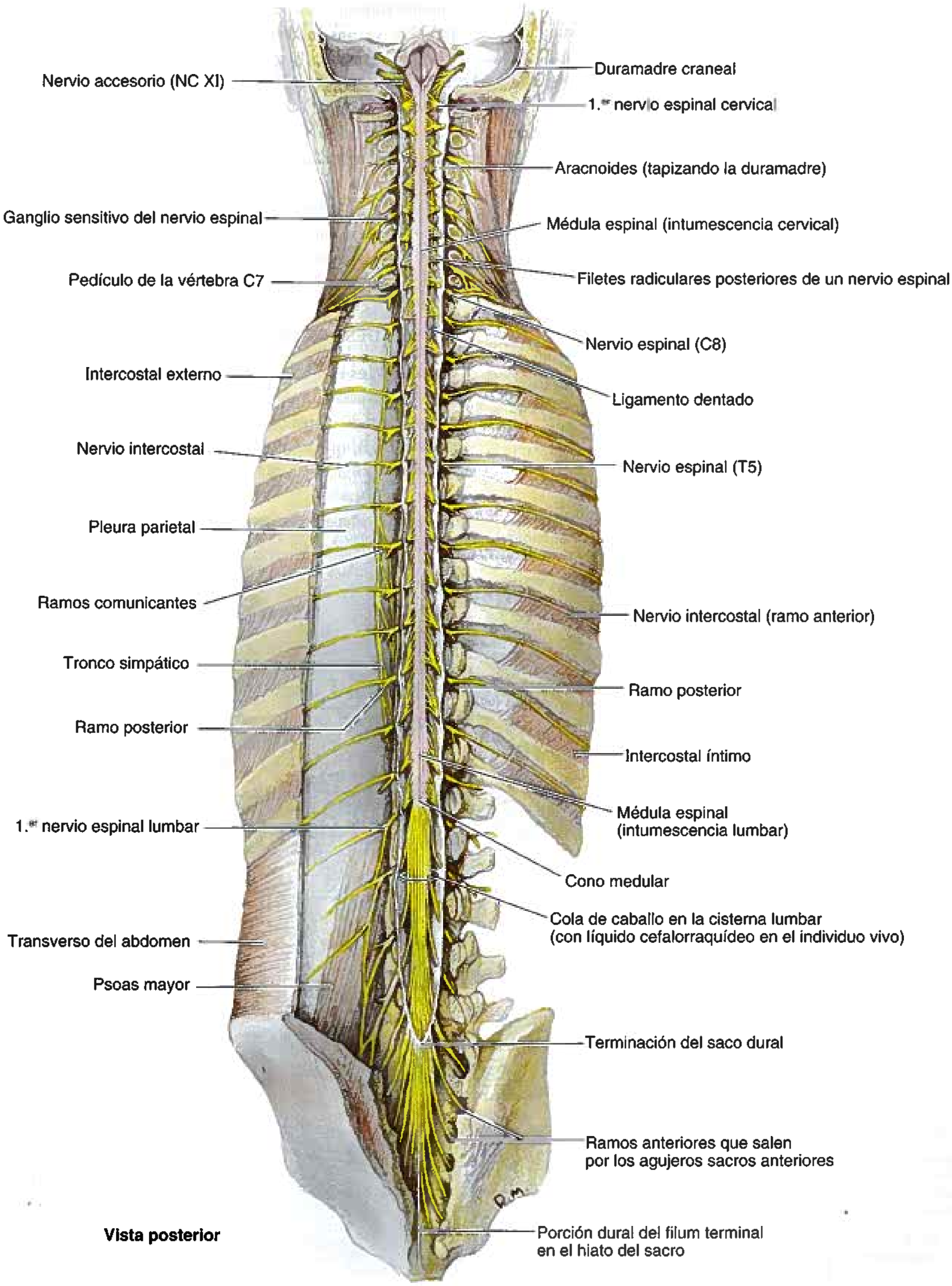

Nervio accesorio (NC XI)
Duramadre craneal
1.er nervio espinal cervical
Aracnoides (tapizando la duramadre)
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Médula espinal (intumescencia cervical)
Pedículo de la vértebra C7
Filetes radiculares posteriores de un nervio espinal
Nervio espinal (C8)
Intercostal externo
Ligamento dentado
Nervio intercostal
Nervio espinal (T5)
Pleura parietal
Ramos comunicantes
Nervio intercostal (ramo anterior)
Tronco simpático
Ramo posterior
Ramo posterior
Intercostal íntimo
1.er nervio espinal lumbar
Médula espinal (intumescencia lumbar)
Cono medular
Cola de caballo en la cisterna lumbar (con líquido cefalorraquídeo en el individuo vivo)
Transverso del abdomen
Psoas mayor
Terminación del saco dural
Ramos anteriores que salen por los agujeros sacros anteriores
Vista posterior
Porción dural del filum terminal en el hiato del sacro

FIGURA 4-40. Médula espinal *in situ*. Se han retirado los arcos vertebrales y la cara posterior del sacro para exponer la médula espinal en el conducto vertebral. También se ha abierto el saco dural espinal para poner de manifiesto la médula espinal y las raíces nerviosas posteriores, así como la terminación de la médula espinal entre las vértebras L1 y L2, y la terminación del saco dural espinal en el segmento S2.

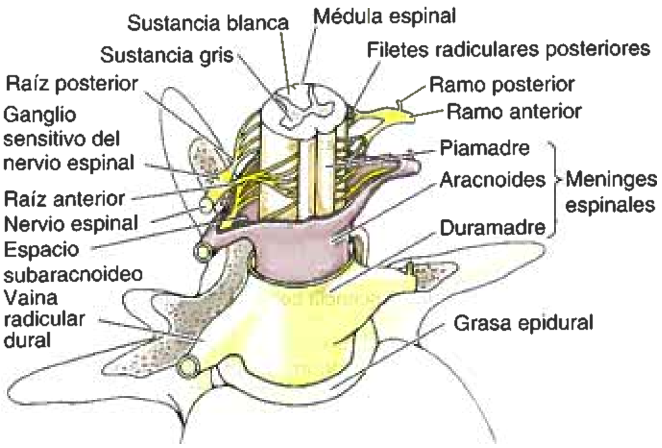

Sustancia blanca
Médula espinal
Sustancia gris
Filetes radiculares posteriores
Raíz posterior
Ramo posterior
Ramo anterior
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Piamadre
Aracnoides
Meninges espinales
Raíz anterior
Nervio espinal
Duramadre
Espacio subaracnoideo
Vaina radicular dural
Grasa epidural

FIGURA 4-41. Médula espinal, nervios espinales y meninges espinales. Tres membranas (las meninges espinales) recubren la médula espinal: duramadre, aracnoides y piamadre. Cuando las raíces de los nervios espinales se extienden hacia los agujeros intervertebrales, quedan rodeadas por una vaina (manguito) radicular dural, que continúa distalmente con el epineuro del nervio espinal.

vamente, rodean cada par de raíces nerviosas posterior y anterior a modo de **vainas radiculares durales,** o manguitos (figs. 4-41 y 4-44). Distalmente a los ganglios sensitivos de los nervios espinales, estas vainas se mezclan con el *epineuro* (capa externa de tejido conectivo que cubre los nervios espinales) que se adhiere al periostio de revestimiento de los agujeros intervertebrales.

Inervación de la duramadre. La duramadre recibe fibras nerviosas de los *nervios meníngeos (recurrentes)* (v. fig. 4-27). No se conoce bien la función de estas fibras aferentes y simpáticas, aunque se cree que intervienen en el dolor referido característico de los trastornos espinales y se irritan cuando hay inflamación meníngea (*meningitis*).

ARACNOIDES ESPINAL

La **aracnoides espinal** es una delicada membrana avascular compuesta por tejido fibroso y elástico que tapiza el saco dural espinal y sus vainas radiculares durales. Engloba el espacio subaracnoideo, lleno de LCR, que contiene la médula espinal, las raíces de los

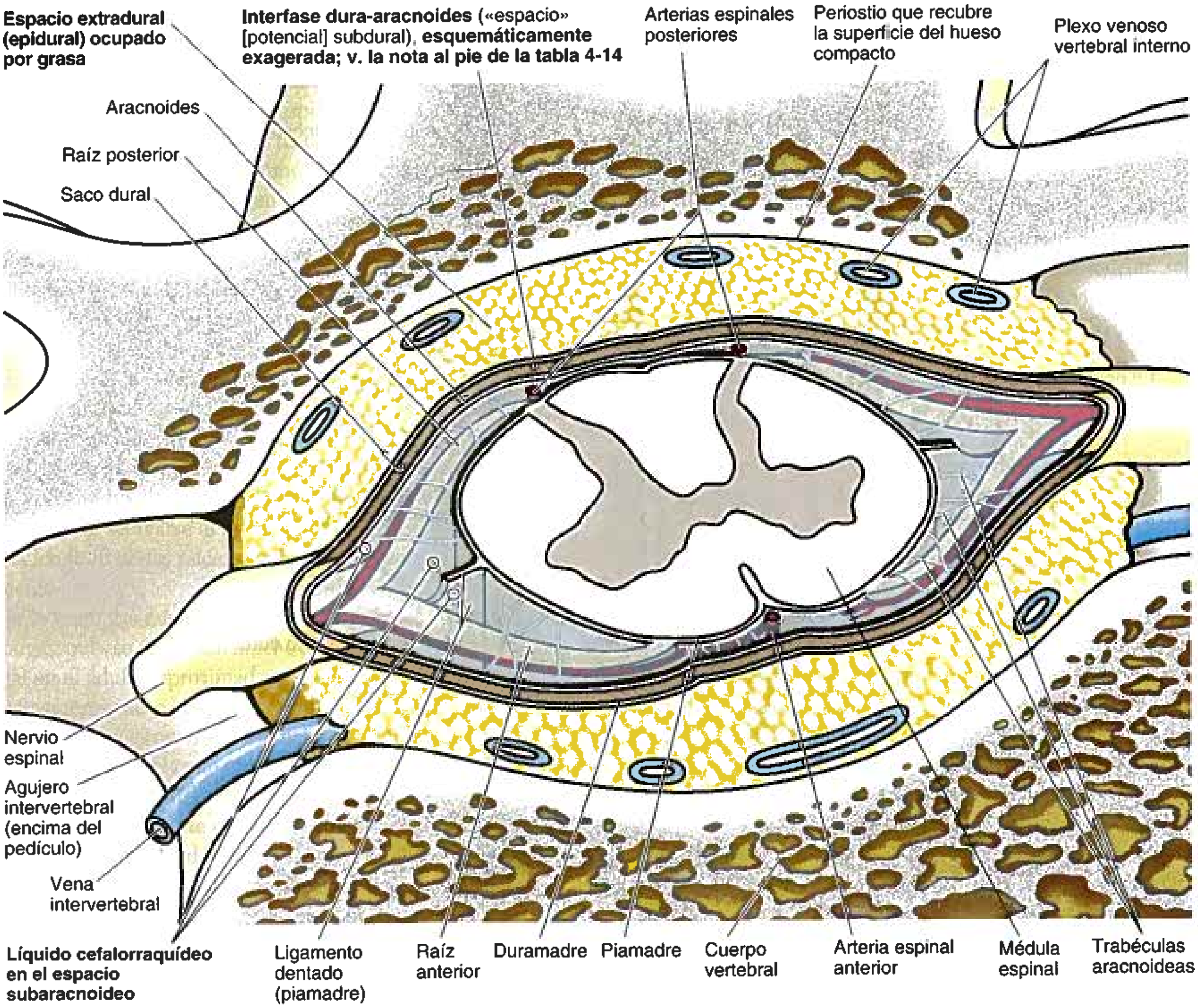

Espacio extradural (epidural) ocupado por grasa
Interfase dura-aracnoides («espacio» [potencial] subdural), esquemáticamente exagerada; v. la nota al pie de la tabla 4-14
Arterias espinales posteriores
Periostio que recubre la superficie del hueso compacto
Plexo venoso vertebral interno
Aracnoides
Raíz posterior
Saco dural
Nervio espinal
Agujero intervertebral (encima del pedículo)
Vena intervertebral
Líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo
Ligamento dentado (piamadre)
Raíz anterior
Duramadre
Piamadre
Cuerpo vertebral
Arteria espinal anterior
Médula espinal
Trabéculas aracnoideas

FIGURA 4-42. Sección transversal de la médula espinal *in situ* para exponer las meninges y los espacios asociados.

TABLA 4-14. ESPACIOS ASOCIADOS CON LAS MENINGES ESPINALES[a]

Espacio	Localización	Contenido
Extradural (epidural)	Espacio entre el periostio que tapiza la pared ósea del conducto vertebral y la duramadre, posición de la hernia extradural (epidural)	Grasa (tejido conectivo laxo); plexos venosos vertebrales internos; por debajo de la vértebra L2 engloba las raíces de los nervios espinales
Subaracnoideo (leptomeníngeo)	Espacio natural entre la aracnoides y la piamadre	LCR; arterias radiculares, segmentarias, medulares y espinales; venas; trabéculas aracnoideas

[a] Aunque es común hablar de un «espacio subdural», no existe ningún espacio natural en la unión aracnoides-duramadre (Haines, 2006).

nervios espinales y los ganglios sensitivos de los nervios espinales (figs. 4-41 a 4-43).

La aracnoides espinal no está unida a la dura espinal, pero se mantiene contra su superficie interna por la presión del LCR. En una punción lumbar, la aguja atraviesa la duramadre y la aracnoides espinales simultáneamente. Su aposición constituye la **interfase dura-aracnoides** (fig. 4-42), a menudo denominada erróneamente «espacio subdural». No existe ningún espacio real natural en este lugar, sino que se trata más bien de una débil capa celular (Haines, 2006). La hemorragia en esta capa crea un espacio patológico en la unión dura-aracnoides, donde se forma un *hematoma subdural*. En el cadáver, por la ausencia de LCR, la aracnoides espinal se despega de la superficie interna de la duramadre y yace laxamente sobre la médula espinal.

La aracnoides espinal está separada de la piamadre, sobre la superficie de la médula espinal, por el *espacio subaracnoideo* que contiene LCR. Delicadas hebras de tejido conectivo, o **trabéculas aracnoideas,** cruzan el espacio subaracnoideo y conectan la aracnoides y la piamadre espinales.

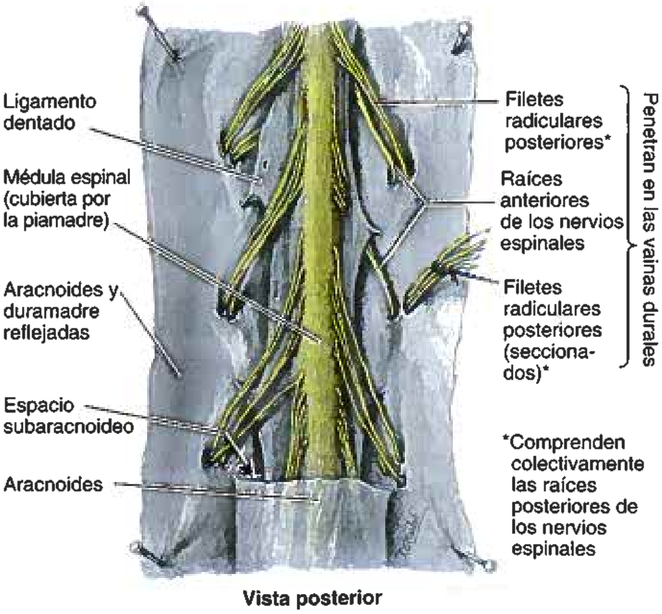

Ligamento dentado
Médula espinal (cubierta por la piamadre)
Aracnoides y duramadre reflejadas
Espacio subaracnoideo
Aracnoides
Filetes radiculares posteriores*
Raíces anteriores de los nervios espinales
Filetes radiculares posteriores (seccionados)*
Penetran en las vainas durales
*Comprenden colectivamente las raíces posteriores de los nervios espinales
Vista posterior

FIGURA 4-43. Médula espinal dentro de sus meninges. La duramadre y la aracnoides se han separado y fijado en posición plana para exponer la médula espinal y los ligamentos dentados entre las raíces de los nervios espinales posteriores y anteriores.

PIAMADRE ESPINAL

La **piamadre espinal,** o membrana más interna que cubre la médula espinal, es delgada y transparente, y sigue estrechamente todos los elementos superficiales de la médula espinal (Haines, 2006). La pía espinal cubre también directamente las raíces de los nervios espinales y los vasos sanguíneos espinales. Por debajo del cono medular, la piamadre espinal continúa en forma de filum terminal (fig. 4-39).

La médula espinal está suspendida en el saco dural por el *filum terminal* y los **ligamentos dentados** derecho e izquierdo, que discurren longitudinalmente a cada lado de la médula espinal (figs. 4-43 a 4-45). Los ligamentos dentados constan de una lámina fibrosa de piamadre que se extiende a mitad de camino entre las raíces nerviosas anterior y posterior, desde las superficies laterales de la médula espinal. Sus 20 a 22 procesos, a modo de dientes de sierra, se unen a la superficie interna del saco dural tapizado por la aracnoides. El proceso más superior de los ligamentos dentados derecho e izquierdo se fija en la dura craneal inmediatamente por encima del agujero magno; el inferior se extiende a partir del cono medular y pasa entre las raíces nerviosas de T12 y L1.

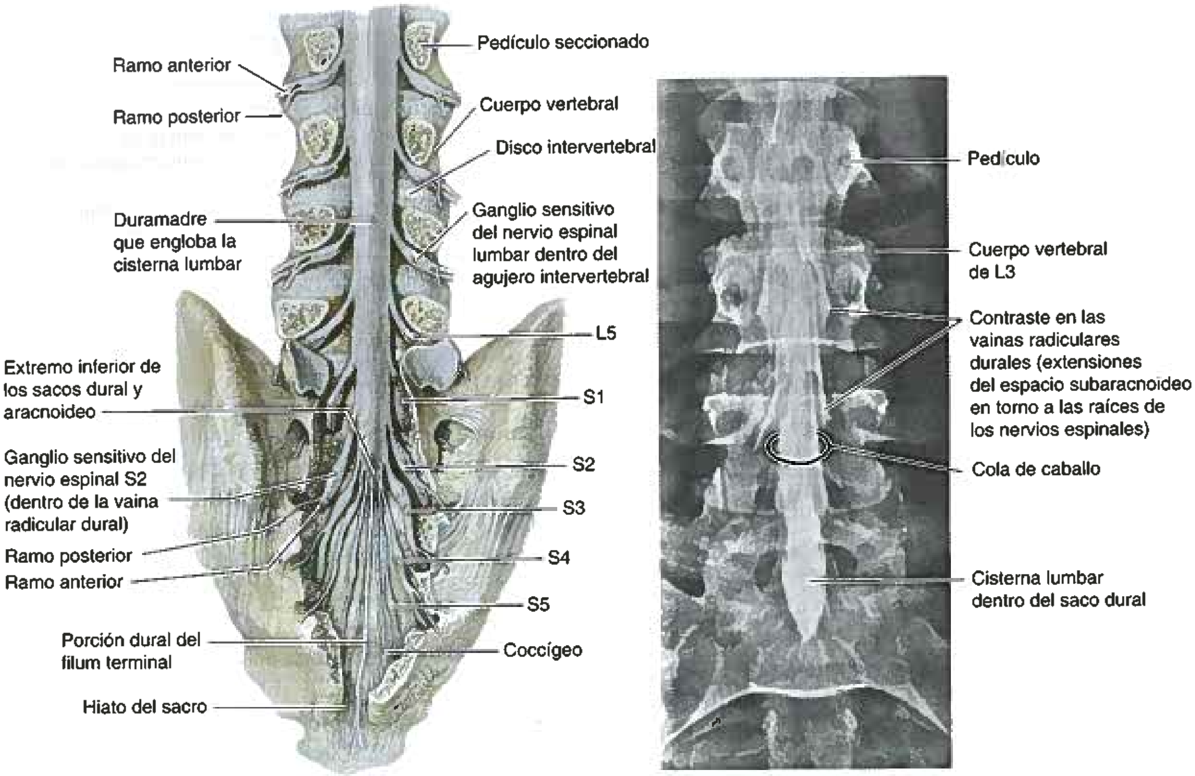
ESPACIO SUBARACNOIDEO

El **espacio subaracnoideo,** localizado entre la aracnoides y la piamadre, está lleno de LCR (figs. 4-41 a 4-43). El agrandamiento del espacio subaracnoideo en el saco dural por debajo del cono medular, que contiene LCR y la cola de caballo, es la **cisterna lumbar** (figs. 4-39 y 4-40). Se extiende desde la vértebra L2 hasta el segundo segmento del sacro. Las vainas radiculares durales, que engloban las raíces de los nervios espinales en extensiones del espacio subaracnoideo, protruyen desde los lados de la cisterna lumbar (fig. 4-44A y B).

Vascularización de la médula espinal y de las raíces de los nervios espinales

ARTERIAS DE LA MÉDULA ESPINAL Y DE LAS RAÍCES NERVIOSAS

Las arterias que irrigan la médula espinal son ramas de las arterias vertebrales, cervicales ascendentes, cervicales profundas, intercostales, lumbares y sacras laterales (figs. 4-46 y 4-47). Tres arterias longitudinales irrigan la médula espinal: una *arteria espinal anterior* y dos *arterias espinales posteriores.* Estas arterias discurren


Ramo anterior
Ramo posterior
Duramadre que engloba la cisterna lumbar
Extremo inferior de los sacos dural y aracnoideo
Ganglio sensitivo del nervio espinal S2 (dentro de la vaina radicular dural)
Ramo posterior
Ramo anterior
Porción dural del filum terminal
Hiato del sacro
Pedículo seccionado
Cuerpo vertebral
Disco intervertebral
Ganglio sensitivo del nervio espinal lumbar dentro del agujero intervertebral
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Coccígeo
Pedículo
Cuerpo vertebral de L3
Contraste en las vainas radiculares durales (extensiones del espacio subaracnoideo en torno a las raíces de los nervios espinales)
Cola de caballo
Cisterna lumbar dentro del saco dural

(A) Vista posterior

(B) Vista anteroposterior

FIGURA 4-44. Extremo inferior del saco dural espinal. A. Se ha realizado una laminectomía (es decir, se han extirpado los arcos vertebrales de las vértebras lumbares y sacras) para mostrar el extremo inferior del saco dural, el cual engloba la cisterna lumbar que contiene LCR y la cola de caballo. Los ganglios sensitivos de los nervios espinales lumbares están situados dentro de los agujeros intervertebrales, pero los ganglios sensitivos de los nervios espinales sacros (S1-5) se hallan en el conducto sacro. En la región lumbar, los nervios que salen de los agujeros intervertebrales discurren por encima de los discos intervertebrales a ese nivel; por lo tanto, la hernia del núcleo pulposo tiende a presionar sobre los nervios que se dirigen a niveles inferiores. **B.** Mielografía de la región lumbar. Se inyectó el medio de contraste en la cisterna lumbar. Las proyecciones laterales indican las extensiones del espacio subaracnoideo al interior de las vainas radiculares durales, en torno a las raíces de los nervios espinales.

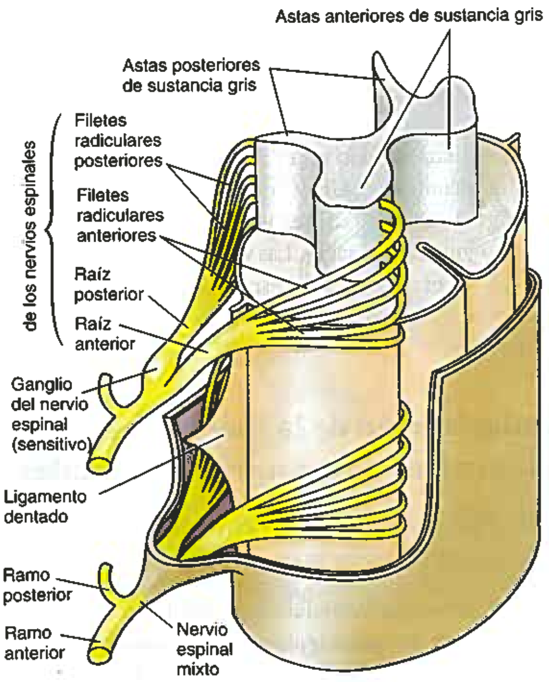

Astas anteriores de sustancia gris
Astas posteriores de sustancia gris
de los nervios espinales
Filetes radiculares posteriores
Filetes radiculares anteriores
Raíz posterior
Raíz anterior
Ganglio del nervio espinal (sensitivo)
Ligamento dentado
Ramo posterior
Ramo anterior
Nervio espinal mixto

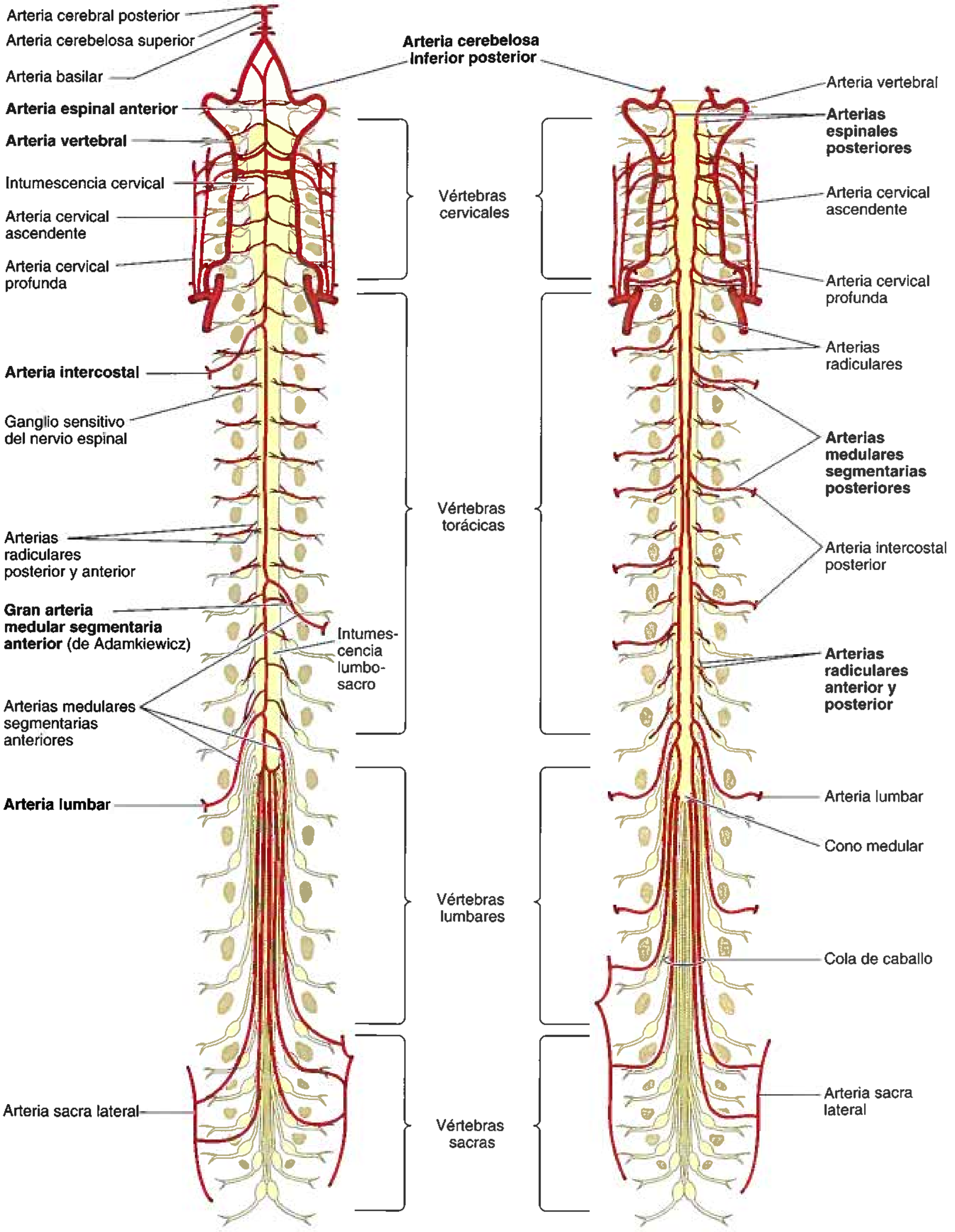
FIGURA 4-45. Médula espinal, filetes radiculares y raíces nerviosas anteriores y posteriores, ganglios sensitivos de nervios espinales, nervios espinales y meninges.

longitudinalmente desde la médula oblongada del tronco del encéfalo hasta el cono medular de la médula espinal.

La **arteria espinal anterior,** formada por la unión de ramas de las arterias vertebrales, discurre inferiormente en la fisura media anterior. Las **arterias surcales** se originan de la arteria espinal anterior y penetran en la médula espinal a través de esta fisura (fig. 4-47B). Las arterias surcales irrigan aproximadamente dos tercios del área transversal de la médula espinal (Standring, 2005).

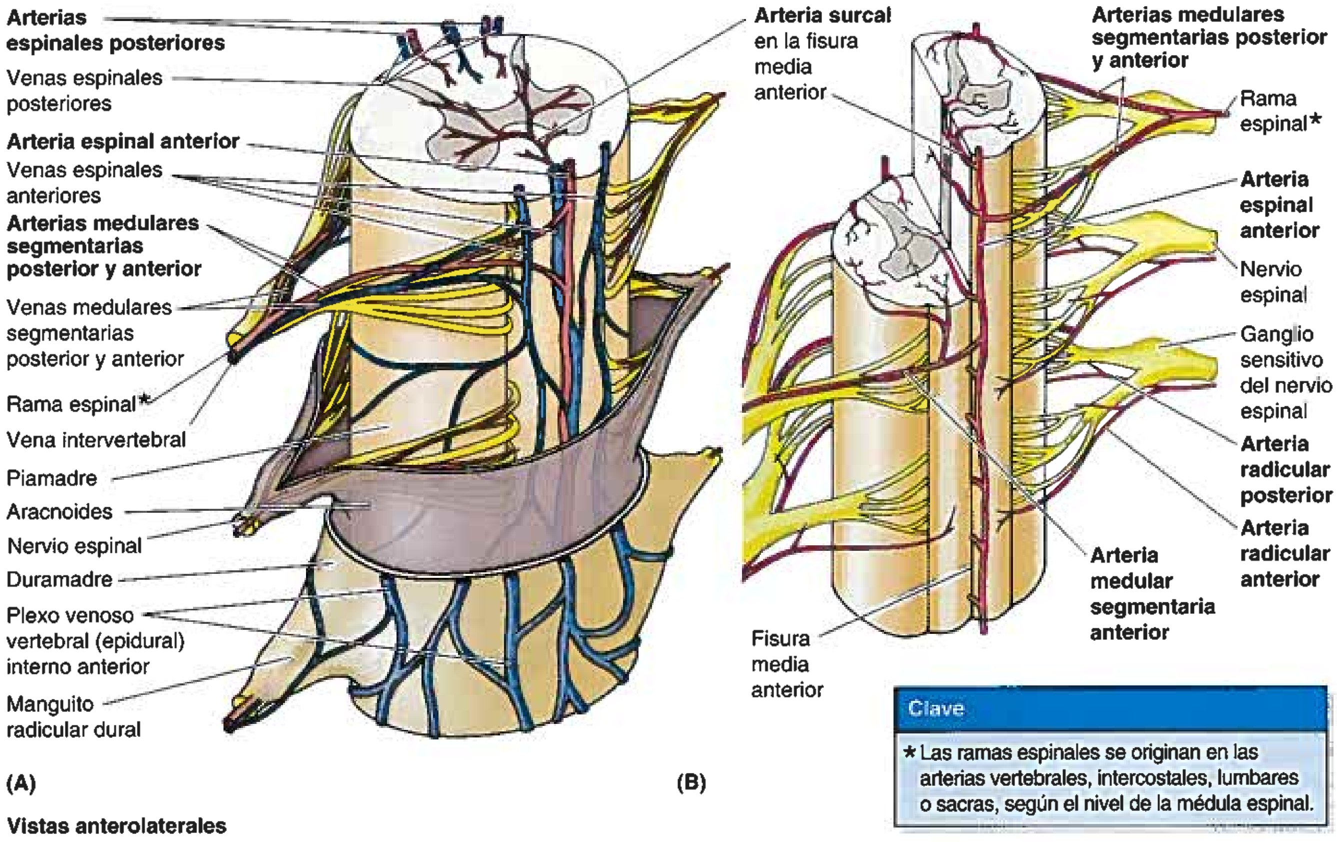
Cada **arteria espinal posterior** es una rama de la *arteria vertebral* o de la *arteria cerebelosa inferior posterior* (figs. 4-46B y 4-47). Las arterias espinales posteriores forman comúnmente conductos anastomóticos en la piamadre.

Por sí solas, las arterias espinales anterior y posterior pueden irrigar sólo la corta parte superior de la médula espinal. La circulación a gran parte de la médula espinal depende de las arterias medulares segmentarias y radiculares que discurren a lo largo de las raíces de los nervios espinales. Las **arterias medulares segmentarias anterior** y **posterior** derivan de las ramas espinales de las arterias cervicales ascendentes, cervicales profundas, vertebrales, intercostales posteriores y lumbares. Las arterias medulares segmentarias se observan principalmente en asociación con las intumescencias cervical y lumbosacra, donde es mayor la necesidad


Arteria cerebral posterior
Arteria cerebelosa superior
Arteria basilar
Arteria espinal anterior
Arteria vertebral
Intumescencia cervical
Arteria cervical ascendente
Arteria cervical profunda
Arteria intercostal
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Arterias radiculares posterior y anterior
Gran arteria medular segmentaria anterior (de Adamkiewicz)
Arterias medulares segmentarias anteriores
Arteria lumbar
Arteria sacra lateral
Arteria cerebelosa inferior posterior
Vértebras cervicales
Vértebras torácicas
Intumescencia lumbosacro
Vértebras lumbares
Vértebras sacras
Arteria vertebral
Arterias espinales posteriores
Arteria cervical ascendente
Arteria cervical profunda
Arterias radiculares
Arterias medulares segmentarias posteriores
Arteria intercostal posterior
Arterias radiculares anterior y posterior
Arteria lumbar
Cono medular
Cola de caballo
Arteria sacra lateral

(A) Vista anterior (B) Vista posterior

FIGURA 4-46. Irrigación arterial de la médula espinal. A y **B.** Tres arterias longitudinales irrigan la médula espinal: una arteria espinal anterior y dos arterias espinales posteriores. Las arterias radiculares se muestran sólo en los niveles cervical y torácico, pero también están presentes en los niveles lumbar y sacro.



Arterias espinales posteriores
Venas espinales posteriores
Arteria espinal anterior
Venas espinales anteriores
Arterias medulares segmentarias posterior y anterior
Venas medulares segmentarias posterior y anterior
Rama espinal*
Vena intervertebral
Piamadre
Aracnoides
Nervio espinal
Duramadre
Plexo venoso vertebral (epidural) interno anterior
Manguito radicular dural
(A)
Vistas anterolaterales
Arteria surcal en la fisura media anterior
Arterias medulares segmentarias posterior y anterior
Rama espinal*
Arteria espinal anterior
Nervio espinal
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Arteria radicular posterior
Arteria radicular anterior
Arteria medular segmentaria anterior
Fisura media anterior
(B)

Clave

* Las ramas espinales se originan en las arterias vertebrales, intercostales, lumbares o sacras, según el nivel de la médula espinal.

La mayoría de los nervios espinales y sus raíces van acompañados por las **arterias radiculares**, que no llegan a las arterias espinales posteriores o anteriores. Las **arterias medulares segmentarias** se hallan presentes de modo irregular *en lugar de* las arterias radiculares; son vasos de mayor calibre que desembocan en las arterias espinales.

FIGURA 4-47. Irrigación arterial y drenaje venoso de la médula espinal y de las raíces de los nervios espinales. A. Las venas que drenan la médula espinal, así como los plexos venosos vertebrales internos, desembocan en las venas intervertebrales, que a su vez drenan en las venas segmentarias. **B.** La irrigación arterial de la médula espinal se realiza mediante tres arterias longitudinales: una anterior, situada en posición anteromedial y dos posterolaterales. Estos vasos quedan reforzados por ramas medulares procedentes de las arterias segmentarias. Las arterias surcales son pequeñas ramas de la arteria espinal anterior que discurren por la fisura media anterior.

de un buen aporte sanguíneo. Penetran en el conducto vertebral a través de los agujeros intervertebrales.

La **gran arteria medular segmentaria** (de Adamkiewicz), situada en el lado izquierdo en cerca del 65% de los individuos, refuerza la circulación en dos tercios de la médula espinal, incluida la intumescencia lumbosacra (figs. 4-39 y 4-46A). La gran arteria, mucho mayor que el resto de las arterias medulares segmentarias, se origina habitualmente a partir de la rama espinal de una arteria intercostal inferior o lumbar superior, y penetra en el conducto vertebral a través del agujero intervertebral a nivel torácico inferior o lumbar superior.

Las raíces anterior y posterior de los nervios espinales y sus cubiertas reciben irrigación de las **arterias radiculares posterior** y **anterior,** que discurren a lo largo de dichas raíces (figuras 4-46 y 4-47). Las arterias radiculares no llegan a las arterias espinales, anterior o posteriores. Las arterias medulares segmentarias reemplazan a las arterias radiculares en los niveles irregulares en que están presentes. La mayoría de las arterias radiculares son pequeñas y sólo irrigan las raíces nerviosas; sin embargo, algunas pueden contribuir a la irrigación de partes superficiales de la sustancia gris en las astas posterior y anterior de la médula espinal.

VENAS DE LA MÉDULA ESPINAL

En general, las venas de la médula espinal presentan una distribución similar a la de las arterias espinales. Suele haber *tres* **venas espinales anteriores** y *tres* **posteriores** (fig. 4-47A). Las venas espinales están dispuestas longitudinalmente, comunican libremente entre sí y drenan en hasta 12 **venas medulares anteriores y posteriores** y **venas radiculares.** Las venas de la médula espinal se unen a los plexos venosos vertebrales internos (epidurales) en el espacio epidural (v. fig. 4-26). Los *plexos venosos vertebrales internos* pasan superiormente a través del agujero magno para comunicarse con los senos durales y las venas vertebrales en el cráneo. Los plexos vertebrales internos comunican asimismo con los plexos venosos vertebrales externos sobre la superficie externa de las vértebras.

CONTENIDO DEL CONDUCTO VERTEBRAL

Compresión de las raíces de los nervios espinales lumbares

Los nervios espinales lumbares van aumentando de tamaño desde los niveles superiores a los inferiores, mientras que ocurre lo contrario con el diámetro de los agujeros intervertebrales. Por lo tanto, las raíces del nervio espinal L5 son las más gruesas, y los agujeros correspondientes son los más estrechos. Ello aumenta las probabilidades de que estas raíces queden comprimidas si se forman osteófitos (espolones óseos) (v. fig. C4-9B) o se produce una hernia de un disco intervertebral.

Mielografía

La mielografía es un estudio radiológico que emplea una sustancia de contraste para visualizar la médula espinal y las raíces de los nervios espinales (fig. 4-44B). En este procedimiento se extrae LCR por punción lumbar y se sustituye por un medio de contraste que se inyecta en el espacio subaracnoideo espinal. Con esta técnica se observa la extensión del espacio subaracnoideo y sus prolongaciones en torno a las raíces de los nervios espinales dentro de las vainas radiculares durales. La RM de alta resolución ha suplantado en gran parte a la mielografía (McCormick *et al.*, 2000).

Desarrollo de las meninges y del espacio subaracnoideo

En conjunto, la aracnoides y la piamadre componen las **leptomeninges** (del griego, membranas delgadas). Se desarrollan como una capa única a partir del mesénquima que rodea a la médula espinal embrionaria. Dentro de esta capa se forman espacios llenos de líquido que se unen para constituir el espacio subaracnoideo (Moore y Persaud, 2008). El origen de la pía y la aracnoides a partir de una sola membrana se demuestra por la existencia de numerosas trabéculas que transcurren entre ambas (fig. 4-42). En el adulto, la aracnoides es lo bastante gruesa como para manipularse con pinzas. La delicada piamadre confiere un aspecto brillante a la superficie de la médula espinal, pero apenas puede apreciarse a simple vista como una capa diferenciada.

Punción lumbar

La **punción lumbar** (espinal) con extracción de LCR de la cisterna lumbar es una importante prueba diagnóstica para valorar diversos trastornos del SNC. La *meningitis* y otros trastornos del SNC pueden alterar las células del LCR o modificar la concentración de sus constituyentes químicos. El examen del LCR puede determinar también la presencia de sangre.

La punción lumbar se realiza con el paciente en decúbito lateral, con el dorso y las caderas flexionados (posición rodillas-tórax, fig. C4-18). La flexión de la columna vertebral facilita la inserción de la aguja al separar las láminas vertebrales y las apófisis espinosas, estirando los ligamentos amarillos.

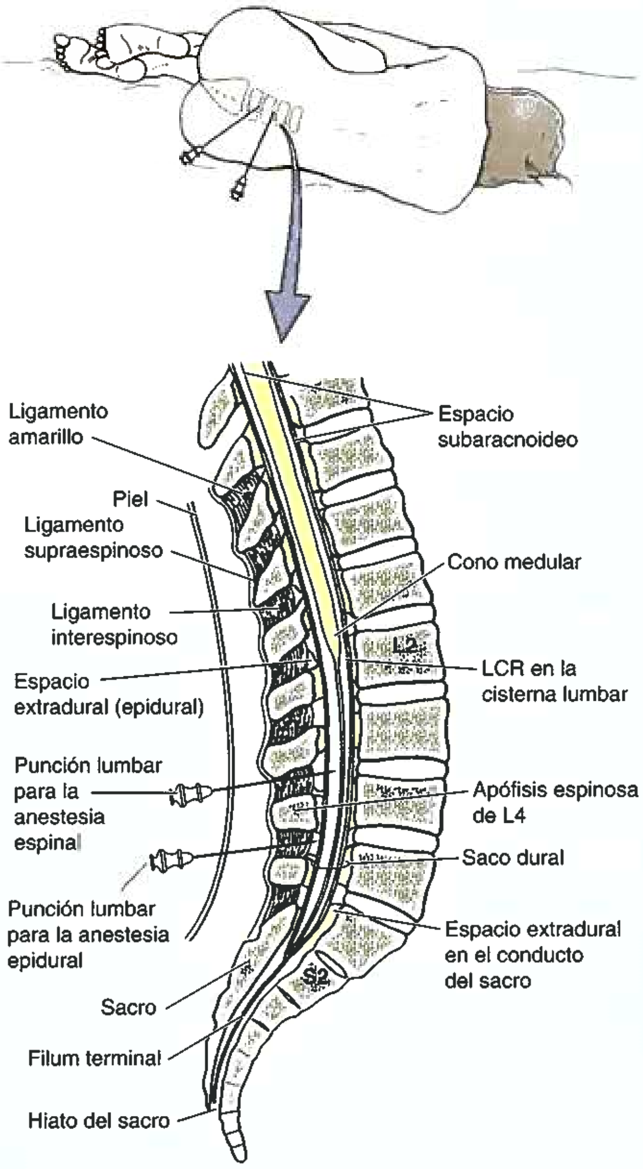

Espacio subaracnoideo
Ligamento amarillo
Piel
Ligamento supraespinoso
Cono medular
Ligamento interespinoso
L2
Espacio extradural (epidural)
LCR en la cisterna lumbar
Punción lumbar para la anestesia espinal
Apófisis espinosa de L4
Saco dural
Punción lumbar para la anestesia epidural
Espacio extradural en el conducto del sacro
S2
Sacro
Filum terminal
Hiato del sacro

FIGURA C4-18. Punción lumbar.

Después de anestesiar la piel que cubre las vértebras lumbares inferiores se utiliza una *aguja de punción lumbar*, provista de un *fiador*, que se inserta en la línea media entre las apófisis espinosas de las vértebras L3 y L4 (o L4 y L5). Recuérdese que un plano que atraviesa los puntos más elevados de las crestas ilíacas —*plano supracrestal*— suele pasar a través de la apófisis espinosa de L4. A estos niveles no hay riesgo de lesionar la médula espinal.

Después de introducir la aguja 4-6 cm en el adulto (más en los individuos obesos), se nota un chasquido producido al atravesar el ligamento amarillo, luego se puncionan la dura y la aracnoides y se penetra en la cisterna lumbar. Al retirar el fiador, el LCR sale a un ritmo de aproximadamente una gota por segundo. Si la presión subaracnoidea es alta, el LCR fluye en forma de chorro.

La punción lumbar no debe realizarse en caso de aumento de la presión intracraneal. La presión suele valorarse previamente con TC, aunque también puede determinarse mediante examen del fondo de ojo con un oftalmoscopio (v. el cuadro azul «Papiledema», p. 911).

Anestesia espinal

Después de inyectar un agente anestésico en el espacio subaracnoideo, generalmente se produce la anestesia en el plazo de 1 min. Tras una *anestesia espinal* puede aparecer cefalea, probablemente por la salida de LCR a través de la punción lumbar. (V. también el cuadro azul «Anestesia durante el parto», p. 397.)

Anestesia (bloqueo) epidural

Se inyecta un agente anestésico en el espacio extradural (epidural) con el paciente en la posición descrita para la punción lumbar, o a través del hiato del sacro (anestesia/bloqueo epidural caudal). (V. también el cuadro azul «Anestesia durante el parto», p. 397.)

Isquemia de la médula espinal

La contribución al aporte sanguíneo de la médula espinal a través de las arterias medulares segmentarias es importante para suministrar sangre a las arterias espinales anterior y posteriores. Las fracturas, luxaciones o fracturas-luxaciones pueden interferir en la irrigación de la médula espinal por las arterias espinales y medulares.

El aporte deficitario de sangre (isquemia) a la médula espinal afecta la función de ésta y puede originar debilidad y parálisis musculares. La médula espinal también puede presentar isquemia si las arterias medulares segmentarias, especialmente la gran arteria medular segmentaria anterior (de Adamkiewicz), se estrechan por una *enfermedad arterial obstructiva.*

A veces, durante una intervención quirúrgica se ocluye (pinzamiento) la aorta intencionadamente. Los pacientes sometidos a estas intervenciones, o con rotura de un aneurisma aórtico u oclusión de la gran arteria medular segmentaria anterior, pueden presentar una pérdida total de la sensibilidad y de los movimientos voluntarios por debajo del nivel de la isquemia medular (*paraplejía*), debida a la muerte de neuronas en la porción de la médula espinal irrigada por la arteria espinal anterior (figs. 4-46 y 4-47).

Las neuronas con cuerpos celulares distantes del lugar de la isquemia medular también mueren, secundariamente a la degeneración de los axones que atraviesan ese lugar. La probabilidad de una *paraplejía yatrógena* depende de factores como la edad del paciente, la extensión de la enfermedad y la duración del pinzamiento de la aorta (Murray *et al.*, 1992).

Cuando la tensión arterial sistémica cae intensamente durante 3-6 min, es posible que disminuya o cese el aporte sanguíneo de las arterias medulares segmentarias a la arteria espinal anterior que irriga la región torácica media de la médula espinal. El paciente puede presentar también pérdida de la sensibilidad y de los movimientos voluntarios en las zonas servidas por el nivel medular afectado.

Lesiones de la médula espinal

El conducto vertebral varía considerablemente de tamaño y forma de un nivel a otro, sobre todo en las regiones cervical y lumbar. Un conducto vertebral estrecho en la región cervical, en cuyo interior la médula espinal encaja muy ajustada, es potencialmente peligroso, pues una fractura menor y/o una luxación de una vértebra cervical pueda lesionar la médula espinal. La protrusión de un disco intervertebral cervical en el conducto vertebral después de un traumatismo del cuello puede causar un *shock medular,* con parálisis por debajo del lugar de la lesión.

En algunos casos no se observan fracturas ni luxaciones de las vértebras cervicales. Si el sujeto muere y se realiza la autopsia, puede detectarse un reblandecimiento de la médula espinal en el lugar de la protrusión del disco cervical. La invasión del conducto vertebral por un disco intervertebral que protruye, o bien por tumefacción de los ligamentos amarillos o por *artrosis de las articulaciones cigapofisarias,* puede ejercer presión sobre una o más raíces de los nervios espinales de la cola de caballo. La presión puede originar síntomas sensitivos y motores en el área de distribución del nervio espinal afectado. Este grupo de anomalías óseas y articulares, denominado **espondilosis lumbar** (enfermedad degenerativa articular), también ocasiona dolor y rigidez localizados.

La *sección medular* también produce la pérdida total de la sensibilidad y de los movimientos voluntarios por debajo de la lesión. La sección en los siguientes niveles da lugar a los efectos que se indican:

- C1-3: pérdida funcional por debajo del nivel de la cabeza; se requiere ventilación artificial para mantener la función respiratoria.
- C4-5: **tetraplejía** (ausencia de función en los cuatro miembros); se conserva la respiración.
- C6-8: pérdida funcional en los miembros inferiores, combinada con una pérdida funcional en las manos y un grado variable de pérdida en los miembros superiores; el individuo puede ser capaz de alimentarse o manejar una silla de ruedas.
- T1-9: **paraplejía** (parálisis de los miembros inferiores); la cuantía de control del tronco varía según la altura de la lesión.
- T10-L1: se conserva una cierta función de los muslos, lo cual puede permitir la deambulación con prótesis largas en las piernas.
- L2-3: se conserva la mayor parte de la función muscular de las piernas; pueden requerirse prótesis cortas para deambular.

Puntos fundamentales

CONTENIDO DEL CONDUCTO VERTEBRAL

La médula espinal, las raíces de los nervios espinales, el LCR y las meninges que los rodean, son el principal contenido del conducto vertebral.

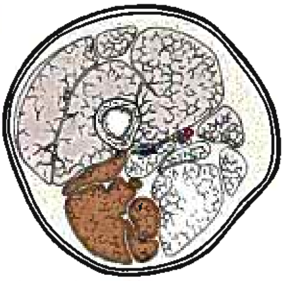
Médula espinal. En el adulto, la médula espinal ocupa sólo los dos tercios superiores del conducto vertebral y posee dos intumescencias (cervical y lumbar) relacionadas con la inervación de los miembros. ♦ El extremo inferior de la médula espinal, o cono medular, que se adelgaza progresivamente, finaliza a nivel de las vértebras L1 o L2. ♦ Sin embargo, el filum terminal y las raíces de los nervios espinales correspondientes a la parte lumbosacra de la médula espinal que forman la cola de caballo continúan inferiormente dentro de la cisterna lumbar que contiene LCR.

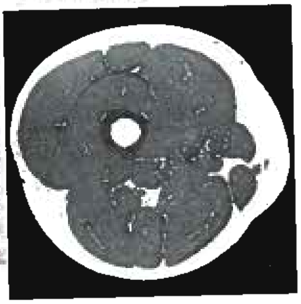
Meninges espinales y LCR. Los tejidos nerviosos y las estructuras vasculonerviosas del conducto vertebral están suspendidos en el LCR contenido dentro del saco dural y las vainas radiculares durales. ♦ El espacio subaracnoideo, lleno de LCR, está tapizado por la piamadre y la aracnoides, que son membranas continuas (leptomeninges). ♦ Debido a que la médula espinal no llega hasta la cisterna lumbar (la parte inferior del espacio subaracnoideo), ésta constituye un lugar ideal para obtener una muestra de LCR o para inyectar un agente anestésico.

Vascularización de la médula espinal y de las raíces nerviosas espinales. Las arterias espinales longitudinales que irrigan la médula espinal son reforzadas por las arterias medulares segmentarias asimétricas que aparecen a niveles irregulares (principalmente en asociación con las intumescencias cervical y lumbar) e irrigan también las raíces de los nervios espinales en los mismos niveles. ♦ En los niveles y en los lados donde no existen arterias medulares segmentarias, las arterias radiculares irrigan las raíces nerviosas. ♦ Las venas que drenan la médula espinal presentan una distribución y un drenaje que en general reflejan los propios de las arterias espinales, aunque normalmente hay tres venas espinales longitudinales anterior y posteriormente.

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen USMLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO 5 Miembro inferior





VISIÓN GENERAL / 510

DESARROLLO DEL MIEMBRO INFERIOR / 510

HUESOS DEL MIEMBRO INFERIOR / 512

Disposición de los huesos del miembro inferior / 512

Hueso coxal / 514

Fémur / 516

Tibia y peroné / 520

Huesos del pie / 522

Anatomía de superficie de los huesos del pie / 524

■ **CUADRO AZUL: Huesos del miembro inferior.** Lesiones del miembro inferior. Traumatismos del hueso coxal. Coxa vara y coxa valga. Deslizamiento epifisario de la cabeza del fémur. Fracturas del fémur. Fracturas de la tibia. Fracturas que afectan a las láminas epifisarias. Fracturas del peroné. Injertos óseos. Fracturas del calcáneo. Fracturas del cuello del astrágalo. Fracturas de los metatarsianos. Hueso trígono. Fractura de los huesos sesamoideos / 525

FASCIAS, VENAS, LINFÁTICOS, VASOS EFERENTES Y NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR / 532

Tejido subcutáneo y fascias / 532

Drenaje venoso del miembro inferior / 532

Drenaje linfático del miembro inferior / 535

Inervación cutánea del miembro inferior / 536

■ **TABLA 5-1.** Nervios cutáneos del miembro inferior / 537

Inervación motora del miembro inferior / 538

■ **CUADRO AZUL: Fascias, venas, linfáticos y nervios cutáneos del miembro inferior.** Síndromes compartimentales y fasciotomía. Varices, trombosis y tromboflebitis. Injertos de vena safena. Disección de la vena safena y lesión del nervio safeno. Adenopatías inguinales. Bloqueos nerviosos regionales del miembro inferior. Alteraciones de la función sensitiva / 540

POSTURA Y MARCHA / 542

Bipedestación relajada / 542

Locomoción: ciclo de la marcha / 542

■ **TABLA 5-2.** Acción muscular durante el ciclo de la marcha / 543

REGIONES ANTERIOR Y MEDIAL DEL MUSLO / 545

Organización de la porción proximal del miembro inferior / 545

Músculos anteriores del muslo / 545

■ **TABLA 5-3.I.** Músculos anteriores del muslo: flexores de la articulación de la cadera / 546

■ **TABLA 5-3.II.** Músculos anteriores del muslo: extensores de la rodilla / 547

Músculos mediales del muslo / 548

■ **TABLA 5-4.** Músculos mediales del muslo: aductores del muslo / 549

Estructuras vasculonerviosas y relaciones en la porción anteromedial del muslo / 551

■ **TABLA 5-5.** Arterias de las regiones anterior y medial del muslo / 555

Anatomía de superficie de las regiones anterior y medial del muslo / 557

■ **CUADRO AZUL: Regiones anterior y medial del muslo.** Contusiones en la cadera y el muslo. Absceso en el psoas. Parálisis del cuádriceps femoral. Condromalacia rotuliana. Fracturas de la rótula. Alteraciones de la osificación de la rótula. Reflejo rotuliano. Trasplante del músculo grácil. Distensión inguinal. Lesión del aductor largo. Palpación, compresión y canulación de la arteria femoral. Laceración de la arteria femoral. Denominación errónea potencialmente mortal. Variz en la vena safena. Localización de la vena femoral. Canulación de la vena femoral. Hernias femorales. Arteria obturatriz sustituida o accesoria / 558

REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO / 562

Región glútea: nalga y región de la cadera / 562

Músculos de la región glútea / 563

■ **TABLA 5-6.** Músculos de la región glútea: abductores y rotadores del muslo / 564

Región posterior del muslo / 569

■ **TABLA 5-7.** Músculos de la región posterior del muslo: extensores de la cadera y flexores de la rodilla / 570

Estructuras vasculonerviosas de las regiones glútea y posterior del muslo / 572

■ **TABLA 5-8.** Nervios de las regiones glútea y posterior del muslo / 573

■ **TABLA 5-9.** Arterias de las regiones glútea y posterior del muslo / 576

Anatomía de superficie de las regiones glútea y posterior del muslo / 578

■ **CUADRO AZUL: Regiones glútea y posterior del muslo.** Bursitis trocantérea. Bursitis isquiática. Lesiones de los músculos isquiotibiales. Lesión del nervio glúteo superior. Bloqueo anestésico del nervio ciático. Lesiones del nervio ciático. Inyecciones intraglúteas / 581

FOSA POPLÍTEA Y PIERNA / 584

Región poplítea / 584

Compartimiento anterior de la pierna / 587

■ **TABLA 5-10.** Músculos de los compartimientos anterior y lateral de la pierna / 591

■ **TABLA 5-11.** Nervios de la pierna / 593

■ **TABLA 5-12.** Arterias de la pierna /594

Compartimiento lateral de la pierna / 595

Compartimiento posterior de la pierna / 596

■ **TABLA 5-13.I.** Músculos superficiales del compartimiento posterior de la pierna / 597

■ **TABLA 5-13.II.** Músculos profundos del compartimiento posterior de la pierna / 598

Anatomía de superficie de la pierna / 603

■ **CUADRO AZUL: Fosa poplítea y pierna.** Abscesos y tumores poplíteos. Pulso poplíteo. Hemorragias y aneurismas poplíteos. Lesiones del nervio tibial. Contención y diseminación de infecciones compartimentales en la pierna. Distensión del tibial anterior (síndrome de estrés de la tibia). Músculos peroneos y evolución del pie humano. Lesión del nervio peroneo común y pie caído. Atrapamiento del nervio peroneo profundo. Atrapamiento del nervio peroneo superficial. Sesamoideo en el gastrocnemio. Tendinitis calcánea. Rotura del tendón calcáneo. Reflejo aquíleo. Ausencia de flexión plantar. Distensión del gastrocnemio. Bursitis calcánea. Retorno venoso de la pierna. Sóleo accesorio. Pulso tibial posterior / 604

PIE / 609

Piel y fascias del pie / 610

Músculos del pie / 610

■ **TABLA 5-14.I.** Músculos de la primera y la segunda capas de la planta del pie / 612

■ **TABLA 5-14.II.** Músculos de la tercera y la cuarta capas de la planta del pie / 613

■ **TABLA 5-14.III.** Músculos del dorso del pie / 614

Estructuras vasculonerviosas y relaciones en el pie / 614

■ **TABLA 5-15.** Nervios del pie / 618

Anatomía de superficie de la región del tobillo y del pie / 622

■ **CUADRO AZUL: Pie.** Fascitis plantar. Infecciones del pie. Contusión del extensor corto de los dedos. Injertos de nervio sural. Bloqueo anestésico del nervio peroneo superficial. Reflejo plantar. Atrapamiento del nervio plantar medial. Palpación del pulso de la arteria dorsal del pie. Heridas hemorrágicas de la planta del pie. Linfadenopatías / 624

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO INFERIOR / 626

Articulación de la cadera / 626

Articulación de la rodilla / 634

■ **TABLA 5-16.** Movimientos de la articulación de la rodilla y músculos que los producen / 643

Articulaciones tibioperoneas / 645

■ **TABLA 5-17.** Bolsas que rodean la articulación de la rodilla / 646

Articulación talocrural / 647

Articulaciones del pie / 650

■ **TABLA 5-18.** Articulaciones del pie / 652

■ **TABLA 5-19.** Movimientos de las articulaciones del antepié y músculos que los producen / 653

Anatomía de superficie de las articulaciones de la rodilla, talocrural y del pie / 656

■ **CUADRO AZUL: Articulaciones del miembro inferior.** Bipedestación y congruencia de las superficies articulares de la articulación de la cadera. Fracturas del cuello del fémur. Artroplastia de cadera. Necrosis de la cabeza del fémur en niños. Luxación de la articulación de la cadera. Piernas arqueadas y en X. Luxación de la rótula. Síndrome femororrotuliano. Lesiones de la articulación de la rodilla. Artroscopia de la articulación de la rodilla. Aspiración de la articulación de la rodilla. Bursitis en la región de la rodilla. Quistes poplíteos. Artroplastia de rodilla. Lesiones del tobillo. Atrapamiento del nervio tibial. Deformidad en valgo del dedo gordo. Dedo en martillo. Dedos en garra. Pie plano. Pie zambo / 659

VISIÓN GENERAL

Los **miembros** (extremidades) **inferiores** son extensiones del tronco que están especializadas en el sostén del peso corporal, en la *locomoción* (capacidad de desplazarse de un sitio a otro) y en el mantenimiento del equilibrio.

El miembro inferior tiene seis partes o regiones importantes (fig. 5-1):

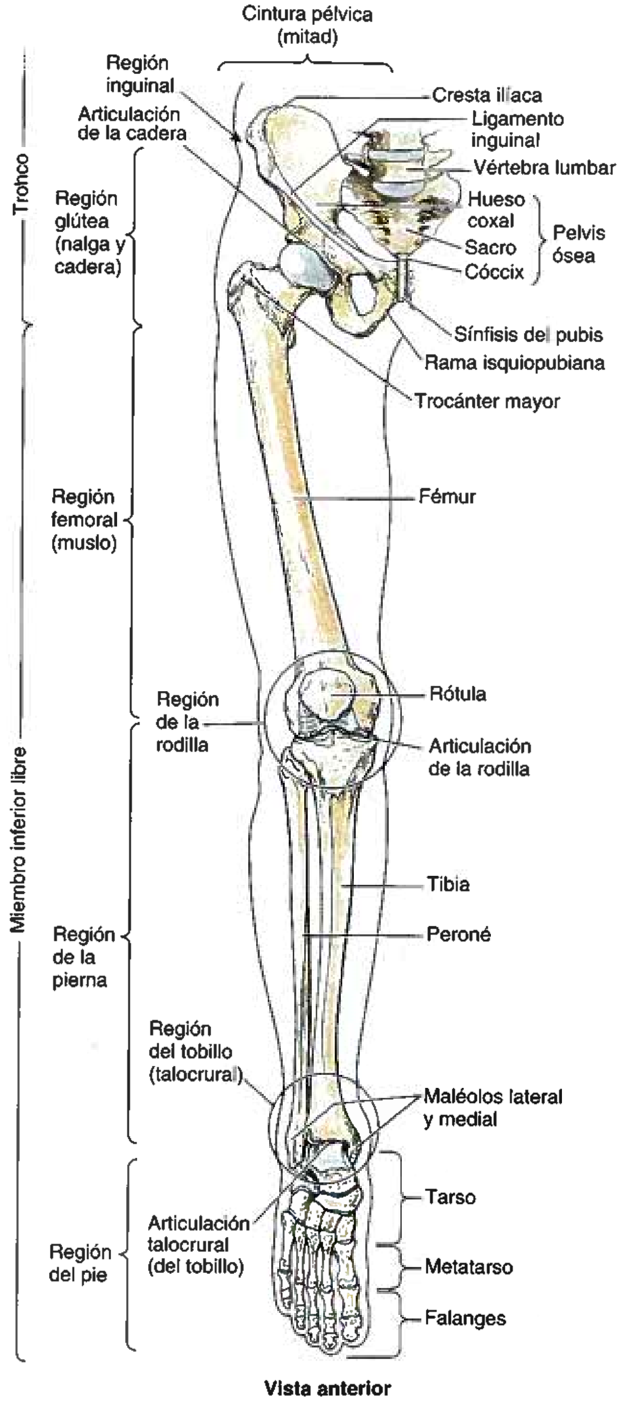
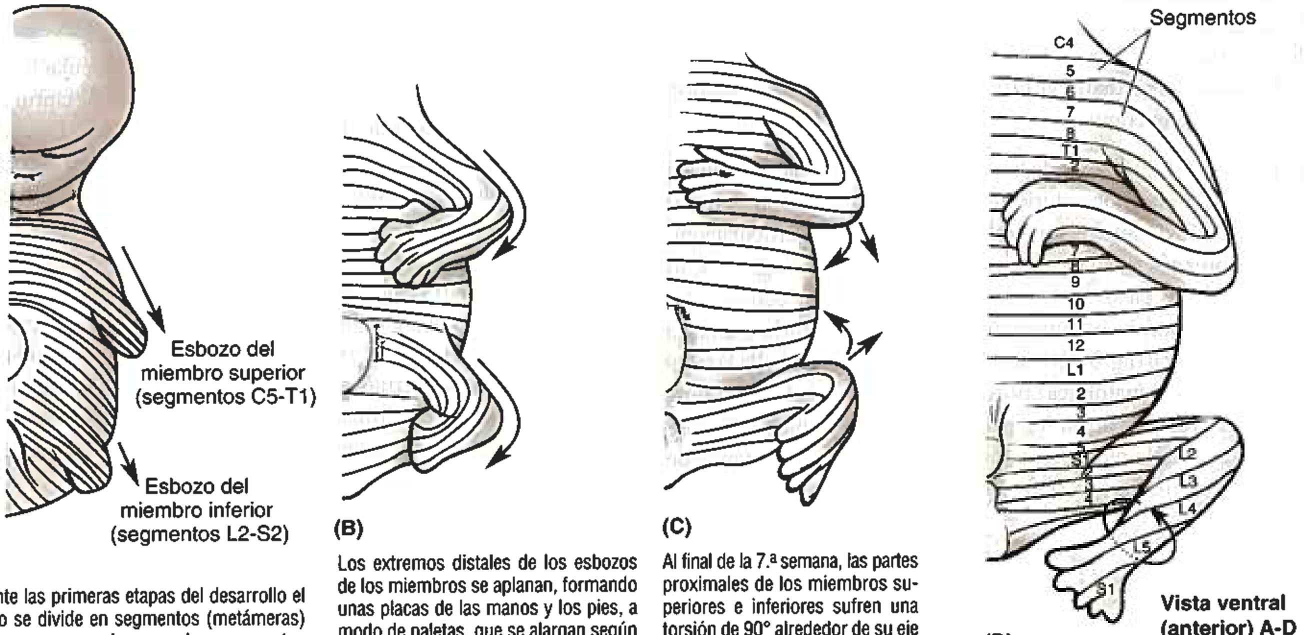

Cintura pélvica (mitad)
Región inguinal
Articulación de la cadera
Tronco
Región glútea (nalga y cadera)
Cresta ilíaca
Ligamento inguinal
Vértebra lumbar
Hueso coxal
Sacro
Cóccix
Pelvis ósea
Sínfisis del pubis
Rama isquiopubiana
Trocánter mayor
Región femoral (muslo)
Fémur
Región de la rodilla
Rótula
Articulación de la rodilla
Miembro inferior libre
Región de la pierna
Tibia
Peroné
Región del tobillo (talocrural)
Maléolos lateral y medial
Articulación talocrural (del tobillo)
Región del pie
Tarso
Metatarso
Falanges
Vista anterior

FIGURA 5-1. Regiones y huesos del miembro inferior.

1. La **región glútea,** que es la región de transición entre el tronco y el miembro inferior libre; comprende dos partes: la región posterior, prominente y redondeada, la **nalga,** y la región lateral, habitualmente menos prominente, o **región de la cadera,** que se encuentra alrededor de la articulación de la cadera y el trocánter mayor del fémur. La «anchura o amplitud de las caderas», en terminología común, es una referencia a las dimensiones transversas a nivel de los trocánteres mayores. La región glútea está limitada superiormente por la cresta ilíaca, medialmente por la **hendidura interglútea** e inferiormente por el **surco glúteo.** Los músculos glúteos, que cubren la cintura pélvica, conforman la masa de esta región.
2. La **región femoral** (muslo), que es la región del miembro inferior situada entre las regiones glútea, abdominal y perineal, proximalmente, y la región de la rodilla, distalmente. Contiene el *fémur.* La transición desde el tronco al miembro inferior se produce bruscamente en la *región inguinal* o *ingle,* donde el límite entre las regiones abdominal y perineal y la región femoral está señalado por el *ligamento inguinal,* anteriormente, y la rama isquiopubiana del *hueso coxal* (parte de la *cintura pélvica* o esqueleto de la pelvis), medialmente. Posteriormente, el surco glúteo separa las regiones glútea y femoral (v. fig. 5-46A).
3. La **región de la rodilla,** que contiene los cóndilos de la porción distal del fémur y la porción proximal de la tibia, la cabeza del peroné y la *rótula* (que se encuentra anterior al extremo distal del fémur), así como las articulaciones entre estas estructuras óseas. La **región posterior de la rodilla** presenta un hueco bien definido, lleno de tejido adiposo, por donde pasan estructuras vasculonerviosas, que se denomina *fosa poplítea.*
4. La **región de la pierna,** que se encuentra entre la rodilla y la porción distal, estrecha, de la pierna, y contiene la mayor parte de la *tibia* (hueso de la espinilla) y el *peroné.* La **pierna** conecta la rodilla y el pie. Es frecuente la alusión incorrecta a todo el miembro inferior como «la pierna».
5. El **tobillo** o **región talocrural,** que incluye los salientes o prominencias medial y lateral (*maléolos*) que flanquean la articulación talocrural (del tobillo).
6. El **pie** o **región del pie,** que es la porción distal del miembro inferior y contiene el *tarso,* el *metatarso* y las *falanges* (huesos de los **dedos del pie**). El **dedo gordo del pie,** al igual que el dedo pulgar, tiene sólo dos *falanges* (huesos de los dedos); el resto de los dedos tiene tres.

DESARROLLO DEL MIEMBRO INFERIOR

En la figura 5-2 se ilustra y explica el desarrollo del miembro inferior, al tiempo que se compara con el del miembro superior. En un principio, el desarrollo del miembro inferior es similar al del miembro superior, aunque se produce algo más tarde. Durante la 5.ª semana de gestación aparecen **esbozos de los miembros inferiores** en la cara lateral de los segmentos L2-S2 del tronco (con una base más ancha que la de los miembros superiores) (fig. 5-2A). Ambos miembros se extienden inicialmente desde el tronco dirigiendo hacia arriba los pulgares y los dedos gordos de los pies en desarrollo, mientras que las palmas y las plantas se dirigen hacia


Esbozo del miembro superior (segmentos C5-T1)
Esbozo del miembro inferior (segmentos L2-S2)
Segmentos
C4
5
6
7
8
T1
2
7
8
9
10
11
12
L1
2
3
4
5
S1
2
3
4
L2
L3
L4
L5
S1
Vista ventral (anterior) A-D

(A)

Durante las primeras etapas del desarrollo el tronco se divide en segmentos (metámeras) que se corresponden con los segmentos correspondientes de la médula espinal, y reciben inervación de éstos. Durante la 4.ª semana del desarrollo aparecen los esbozos de los miembros superiores como unas elevaciones de los segmentos C5-T1 de la pared anterolateral del cuerpo. Siguiendo el patrón craneocaudal de desarrollo común a otros sistemas, los esbozos de los miembros inferiores aparecen aproximadamente una semana después (5.ª semana). Estos esbozos crecen lateralmente desde las bases más amplias formadas por los segmentos L2-S2.

(B)

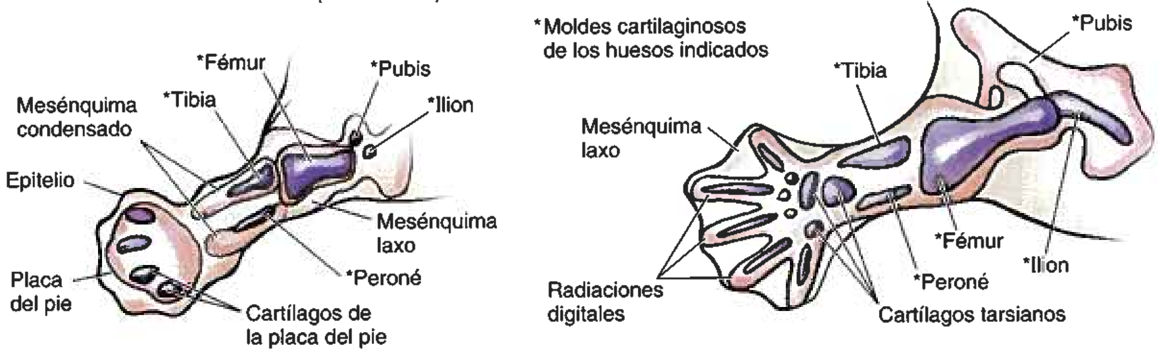
Los extremos distales de los esbozos de los miembros se aplanan, formando unas placas de las manos y los pies, a modo de paletas, que se alargan según el eje craneocaudal. Inicialmente, tanto el pulgar como el dedo gordo del pie se encuentran en los lados craneales de la mano y el pie en desarrollo, dirigidos superiormente, con las palmas y las plantas dirigidas anteriormente. Los miembros se flexionan allí donde aparecen espacios entre los precursores de los huesos largos (v.). Al principio, los miembros se doblan anteriormente, de modo que el codo y la rodilla se dirigen lateralmente, haciendo que la palma de la mano y la planta del pie se dirijan medialmente (hacia el tronco).

(C)

Al final de la 7.ª semana, las partes proximales de los miembros superiores e inferiores sufren una torsión de 90° alrededor de su eje longitudinal, pero en direcciones contrarias, de modo que el codo se dirige caudalmente y la rodilla cranealmente.

(D)

En el miembro inferior, la torsión de la parte proximal se acompaña de una pronación permanente (torsión) de la pierna, de modo que el pie se orienta con el dedo gordo en el lado medial.


*Fémur
*Pubis
Mesénquima condensado
*Tibia
*Ilion
Epitelio
Mesénquima laxo
*Peroné
Placa del pie
Cartílagos de la placa del pie
*Moldes cartilaginosos de los huesos indicados
*Pubis
*Tibia
Mesénquima laxo
*Fémur
*Ilion
*Peroné
Radiaciones digitales
Cartílagos tarsianos

(E)

A medida que los esbozos de los miembros se alargan, el mesénquima laxo de su interior se condensa centralmente y aparecen modelos cartilaginosos de los huesos. Los extremos distales de los esbozos se aplanan, formando unas placas como paletas (placas de las manos y de los pies) alargadas siguiendo el eje craneocaudal. Entre los precursores de los huesos largos aparecen espacios donde el esbozo se doblará (futuras articulaciones del codo y de la rodilla).

(F)

Durante la 7.ª semana aparecen las radiaciones digitales, la primera indicación de los futuros dedos. El tejido más delgado entre las radiaciones digitales sufre apoptosis (muerte celular programada), lo que produce unas escotaduras que hacen que las radiaciones tengan pronto el aspecto de dedos unidos por una membrana interdigital.

FIGURA 5-2. Desarrollo de los miembros inferiores. A a **D.** Los miembros superiores e inferiores se desarrollan a partir de esbozos de los miembros que surgen de la pared lateral del cuerpo durante las semanas 4.ª y 5.ª del embarazo, respectivamente. A continuación se alargan, se doblan y rotan en direcciones opuestas. Se mantiene la inervación segmentaria, y el patrón de dermatomas refleja el alargamiento y la torsión en espiral del miembro. **E** y **F.** Los futuros huesos se desarrollan a partir de moldes de cartílago, mostrados al final de la 5.ª semana **(E)** y al principio de la 7.ª **(F)**.

delante. Ambos miembros sufren posteriormente una torsión alrededor de sus ejes longitudinales, aunque en direcciones contrarias (fig. 5-2B a D).

La rotación medial y la pronación permanente del miembro inferior explican cómo:

- La rodilla, a diferencia de las articulaciones situadas por encima de ella, se extiende anteriormente y sufre una flexión posterior (hacia atrás), del mismo modo que sucede a las articulaciones inferiores a la rodilla (p. ej., articulaciones interfalángicas de los dedos de los pies).
- El pie adopta una orientación en la cual el dedo gordo se sitúa en el lado medial (fig. 5-2D), mientras que la orientación de la mano (en posición anatómica) presenta el pulgar en el lado lateral.
- Se desarrolla el patrón «en palo de barbería» de inervación segmentaria de la piel (dermatomas) (v. «Inervación cutánea del miembro inferior», p. 536).

Al nacer, la torsión del miembro inferior está todavía progresando (obsérvese el modo en que los pies del recién nacido tienden a juntar las plantas cuando se aproximan, como al dar palmas). El proceso se completa coincidiendo con el logro de la ambulación.

HUESOS DEL MIEMBRO INFERIOR

El esqueleto del miembro inferior (esqueleto apendicular inferior) puede dividirse en dos componentes funcionales: la cintura pélvica y los huesos del miembro inferior libre (fig. 5-1). La **cintura pélvica** (pelvis ósea) es un anillo óseo formado por el sacro y los huesos coxales derecho e izquierdo, unidos anteriormente en la sínfisis del pubis.

La cintura pélvica une el miembro inferior libre al esqueleto axial, con el sacro como parte común a ambas estructuras. La cintura pélvica también constituye el esqueleto de la parte inferior del tronco. Sus funciones de protección y sostén actúan sobre el abdomen, la pelvis y el periné, así como sobre los miembros inferiores. Los huesos de estos últimos están contenidos y actúan específicamente como parte del miembro.

Disposición de los huesos del miembro inferior

El peso corporal se transfiere desde la columna vertebral, a través de las articulaciones sacroilíacas, hacia la cintura pélvica, y desde ésta, a través de cada articulación de la cadera, hacia el

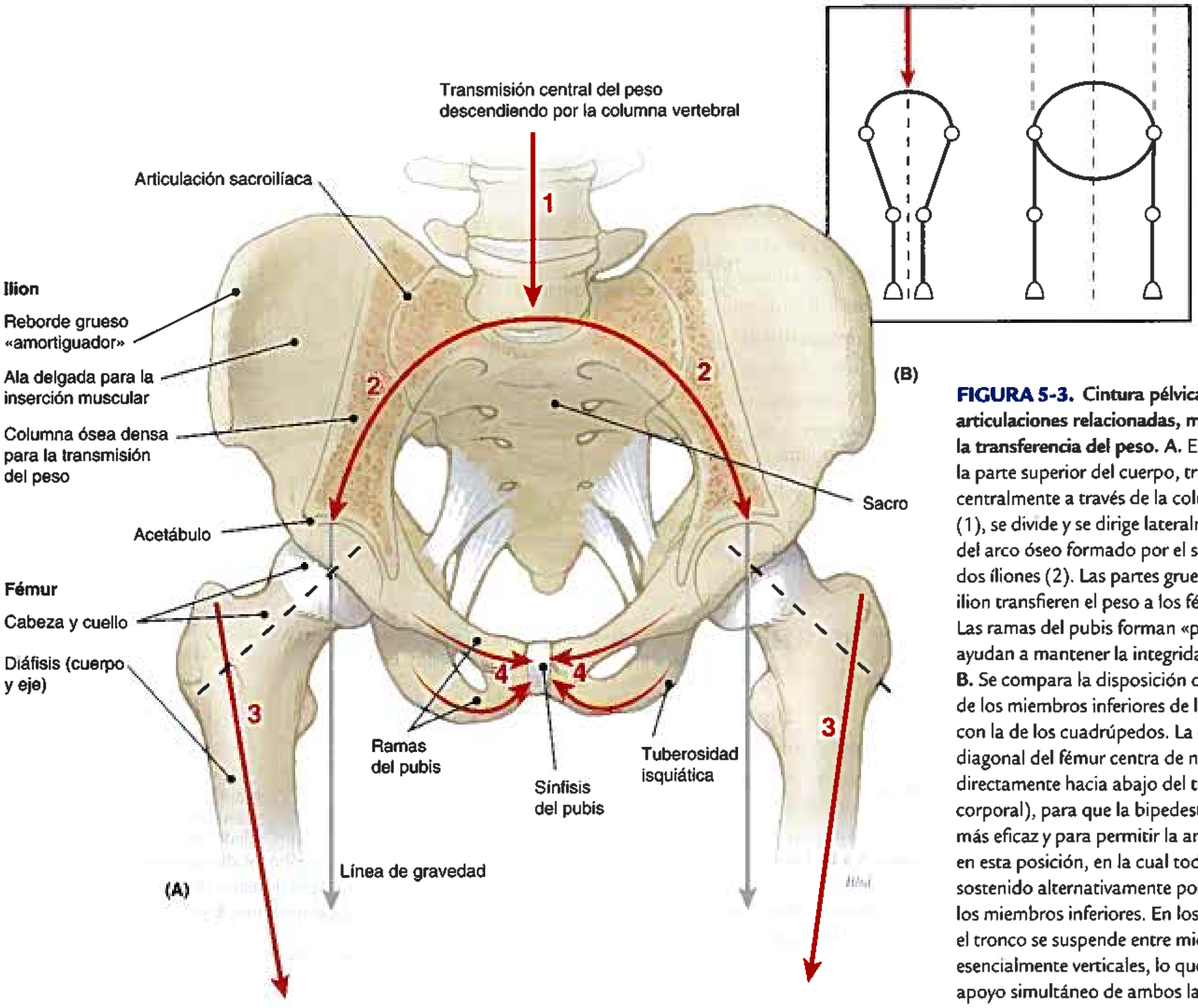
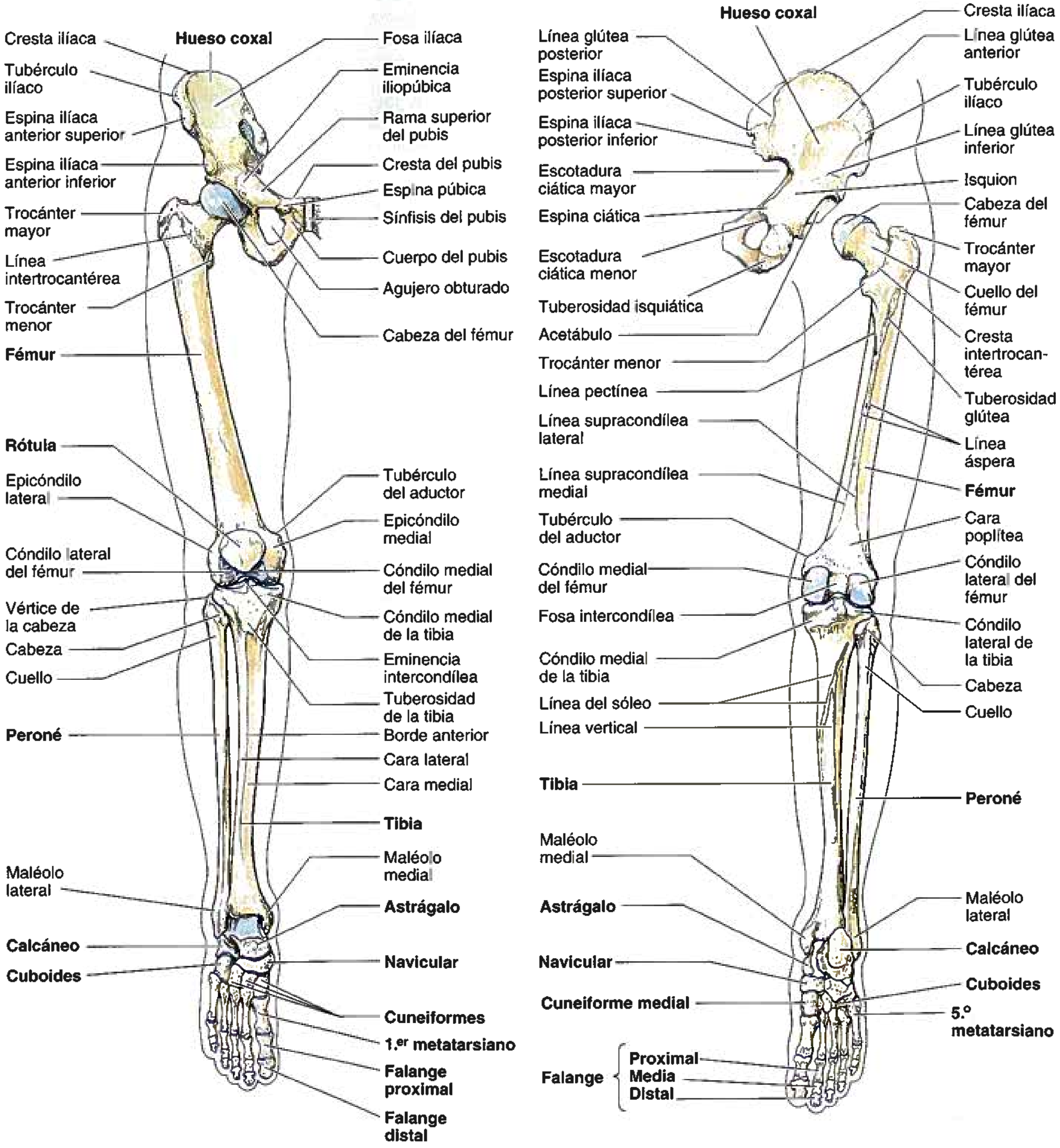

Transmisión central del peso descendiendo por la columna vertebral
Articulación sacroilíaca
1
Ilion
Reborde grueso «amortiguador»
Ala delgada para la inserción muscular
Columna ósea densa para la transmisión del peso
2
2
Sacro
Acetábulo
Fémur
Cabeza y cuello
Diáfisis (cuerpo y eje)
4
4
3
3
Ramas del pubis
Sínfisis del pubis
Tuberosidad isquiática
Línea de gravedad
(A)
(B)

FIGURA 5-3. Cintura pélvica y articulaciones relacionadas, mostrando la transferencia del peso. A. El peso de la parte superior del cuerpo, transmitido centralmente a través de la columna vertebral (1), se divide y se dirige lateralmente a través del arco óseo formado por el sacro y los dos iliones (2). Las partes gruesas de cada ilion transfieren el peso a los fémures (3). Las ramas del pubis forman «puntales» que ayudan a mantener la integridad del arco (4). **B.** Se compara la disposición de los huesos de los miembros inferiores de los bípedos con la de los cuadrúpedos. La disposición diagonal del fémur centra de nuevo el apoyo directamente hacia abajo del tronco (masa corporal), para que la bipedestación sea más eficaz y para permitir la ambulación en esta posición, en la cual todo el peso es sostenido alternativamente por cada uno de los miembros inferiores. En los cuadrúpedos, el tronco se suspende entre miembros esencialmente verticales, lo que necesita el apoyo simultáneo de ambos lados.

fémur (fig. 5-3A). Para soportar mejor la postura erguida, en bipedestación, los fémures se disponen oblicuamente (en dirección inferomedial) en el interior de los muslos, de modo que en bipedestación las rodillas están adyacentes y se sitúan directamente por debajo del tronco, restituyendo el centro de gravedad hacia los ejes verticales de las piernas y los pies (figs. 5-1, 5-3 y 5-4). Compárese la posición oblicua de los fémures con la de los cuadrúpedos, en los cuales estos huesos son verticales y las rodillas están separadas, con la masa del tronco suspendida entre los miembros (fig. 5-3B).


Cresta ilíaca
Hueso coxal
Tubérculo ilíaco
Espina ilíaca anterior superior
Espina ilíaca anterior inferior
Trocánter mayor
Línea intertrocantérea
Trocánter menor
Fémur
Rótula
Epicóndilo lateral
Cóndilo lateral del fémur
Vértice de la cabeza
Cabeza
Cuello
Peroné
Maléolo lateral
Calcáneo
Cuboides
Fosa ilíaca
Eminencia iliopúbica
Rama superior del pubis
Cresta del pubis
Espina púbica
Sínfisis del pubis
Cuerpo del pubis
Agujero obturado
Cabeza del fémur
Tubérculo del aductor
Epicóndilo medial
Cóndilo medial del fémur
Cóndilo medial de la tibia
Eminencia intercondílea
Tuberosidad de la tibia
Borde anterior
Cara lateral
Cara medial
Tibia
Maléolo medial
Astrágalo
Navicular
Cuneiformes
1.er metatarsiano
Falange proximal
Falange distal
Hueso coxal
Línea glútea posterior
Espina ilíaca posterior superior
Espina ilíaca posterior inferior
Escotadura ciática mayor
Espina ciática
Escotadura ciática menor
Tuberosidad isquiática
Acetábulo
Trocánter menor
Línea pectínea
Línea supracondílea lateral
Línea supracondílea medial
Tubérculo del aductor
Cóndilo medial del fémur
Fosa intercondílea
Cóndilo medial de la tibia
Línea del sóleo
Línea vertical
Tibia
Maléolo medial
Astrágalo
Navicular
Cuneiforme medial
Falange
Proximal
Media
Distal
Cresta ilíaca
Línea glútea anterior
Tubérculo ilíaco
Línea glútea inferior
Isquion
Cabeza del fémur
Trocánter mayor
Cuello del fémur
Cresta intertrocantérea
Tuberosidad glútea
Línea áspera
Fémur
Cara poplítea
Cóndilo lateral del fémur
Cóndilo lateral de la tibia
Cabeza
Cuello
Peroné
Maléolo lateral
Calcáneo
Cuboides
5.º metatarsiano

(A) Vista anterior

(B) Vista posterior

FIGURA 5-4. Huesos del miembro inferior. A y B. Se identifican formaciones óseas y huesos individuales. El pie se encuentra en flexión plantar completa. La articulación de la cadera está desarticulada **(B)** para mostrar el acetábulo del hueso coxal, que recibe la cabeza del fémur.

Los fémures de las mujeres son ligeramente más oblicuos que los de los hombres, debido a la mayor anchura de la pelvis. En las rodillas, el extremo distal de cada fémur se articula con la rótula y la tibia de la pierna correspondiente. El peso se transfiere desde la articulación de la rodilla a la talocrural a través de la tibia. El peroné no se articula con el fémur, y no soporta ni transfiere peso alguno, si bien proporciona inserción a los músculos y contribuye a la formación de la articulación talocrural.

En el tobillo, el peso soportado por la tibia se transfiere al astrágalo (fig. 5-4), que es el hueso principal de un arco longitudinal formado por los huesos tarsianos y metatarsianos de cada pie, que distribuye el peso de modo uniforme entre el talón y el antepié durante la bipedestación, creando una plataforma flexible, pero estable, para soportar el peso.

Hueso coxal

El **hueso coxal** definitivo es el hueso grande y plano de la pelvis que está formado por la fusión de tres huesos primarios (*ilion, isquion* y *pubis*), proceso que tiene lugar al final de la adolescencia. Cada uno de estos tres huesos se forma a partir de su propio centro primario de osificación; más tarde aparecen cinco centros secundarios de osificación.

Al nacer, los tres huesos primarios están unidos por cartílago hialino; en los niños, la osificación es incompleta (fig. 5-5), y en la pubertad los tres huesos están todavía separados por un **cartílago trirradiado,** en forma de Y, centrado en el acetábulo, aunque las dos porciones de las ramas isquiopubianas se fusionan hacia los 9 años (fig. 5-5B). Los huesos empiezan a fusionarse a los 15 a 17 años de edad; la fusión es completa entre los 20 y los 25 años. En los ancianos pueden verse restos de las líneas de fusión de los huesos primarios, o no apreciarse rastro alguno (fig. 5-6). Aunque la fusión de los componentes óseos es firme, en el adulto siguen utilizándose sus nombres para describir las tres partes del hueso coxal.

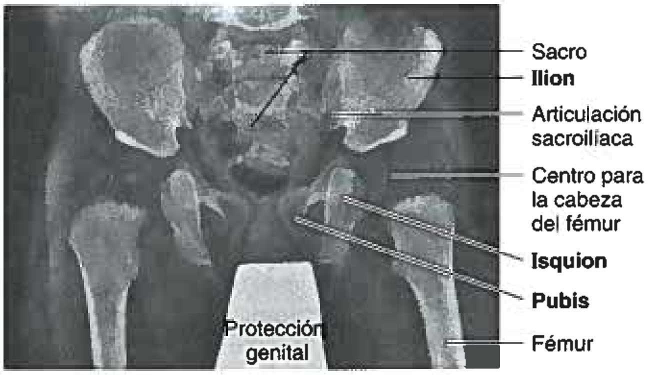
Como gran parte de la cara medial de los huesos coxales/pelvis ósea se relaciona principalmente con estructuras y funciones pélvicas y perineales (cap. 3), o sus uniones con la columna vertebral (cap. 4), se describe con mayor detalle en esos capítulos. Los detalles de los huesos coxales relacionados con las estructuras y funciones del miembro inferior, que implican principalmente a sus caras laterales, se describen en este capítulo.

ILION

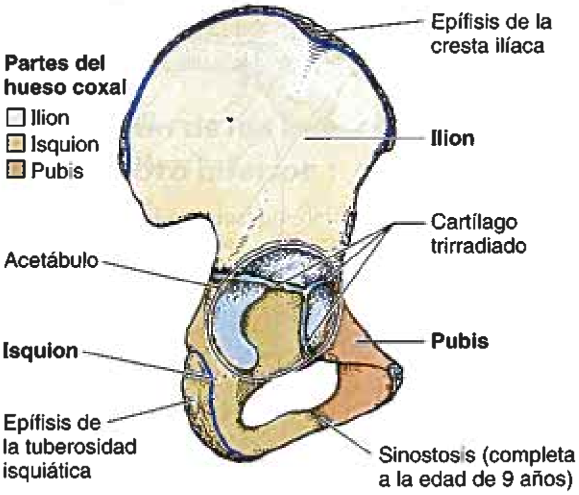
El **ilion,** la parte de mayor tamaño del hueso coxal, contribuye a la porción superior del acetábulo (fig. 5-5B). El ilion consta de porciones gruesas mediales (columnas) para soportar el peso y porciones posterolaterales delgadas, con forma de ala, que se denominan **alas del ilion** y que proporcionan superficies amplias para la inserción carnosa muscular (fig. 5-3).

El **cuerpo del ilion** se une al pubis y al isquion para formar el acetábulo. Anteriormente presenta las **espinas ilíacas anterior superior** y **anterior inferior,** donde se insertan ligamentos y tendones de músculos del miembro inferior (fig. 5-6).

A partir de la espina ilíaca anterior superior (EIAS) se extiende posteriormente el borde superior, grueso y curvado, del ala del ilion, la **cresta ilíaca,** que termina en la **espina ilíaca posterior superior (EIPS).** La cresta actúa como un «parachoques» protector, y es un punto importante de inserción aponeurótica de los delgados músculos laminares de la pared del abdomen, así como de la fascia profunda. Unos 5 o 6 cm por detrás de la EIAS se encuentra una prominencia en el labio externo de la cresta, el **tubérculo ilíaco.** La **espina ilíaca posterior inferior** señala el extremo superior de la *escotadura ciática mayor.*



(A) Proyección anterior


Partes del hueso coxal
☐ Ilion
▨ Isquion
▨ Pubis
Epífisis de la cresta ilíaca
Ilion
Cartílago trirradiado
Acetábulo
Isquion
Pubis
Epífisis de la tuberosidad isquiática
Sinostosis (completa a la edad de 9 años)

(B) Vista lateral

FIGURA 5-5. Partes del hueso coxal. A. Radiografía anteroposterior de las caderas de un lactante que muestra las tres partes de los coxales (ilion, isquion y pubis) incompletamente osificadas. **B.** Hueso coxal derecho de un muchacho de 13 años que muestra el cartílago trirradiado en forma de Y.

La cara lateral del ala del ilion presenta tres líneas curvas rugosas (las **líneas glúteas** posterior, anterior e inferior), que señalan las inserciones proximales de los tres grandes músculos glúteos. Medialmente, cada una de las alas tiene una depresión, grande y lisa, denominada **fosa ilíaca** (fig. 5-6B), lugar de la inserción proximal del músculo ilíaco. El hueso que forma la parte superior de esta fosa puede adelgazar y llegar a hacerse casi transparente, en especial en las mujeres que sufren osteoporosis.

Posteriormente, la cara medial del ilion tiene un área articular rugosa, con forma de oreja, denominada **cara auricular,** y una **tuberosidad ilíaca,** más rugosa, superior a ella, para la articulación sinovial y sindesmótica con las superficies recíprocas del sacro a nivel de la articulación sacroilíaca.

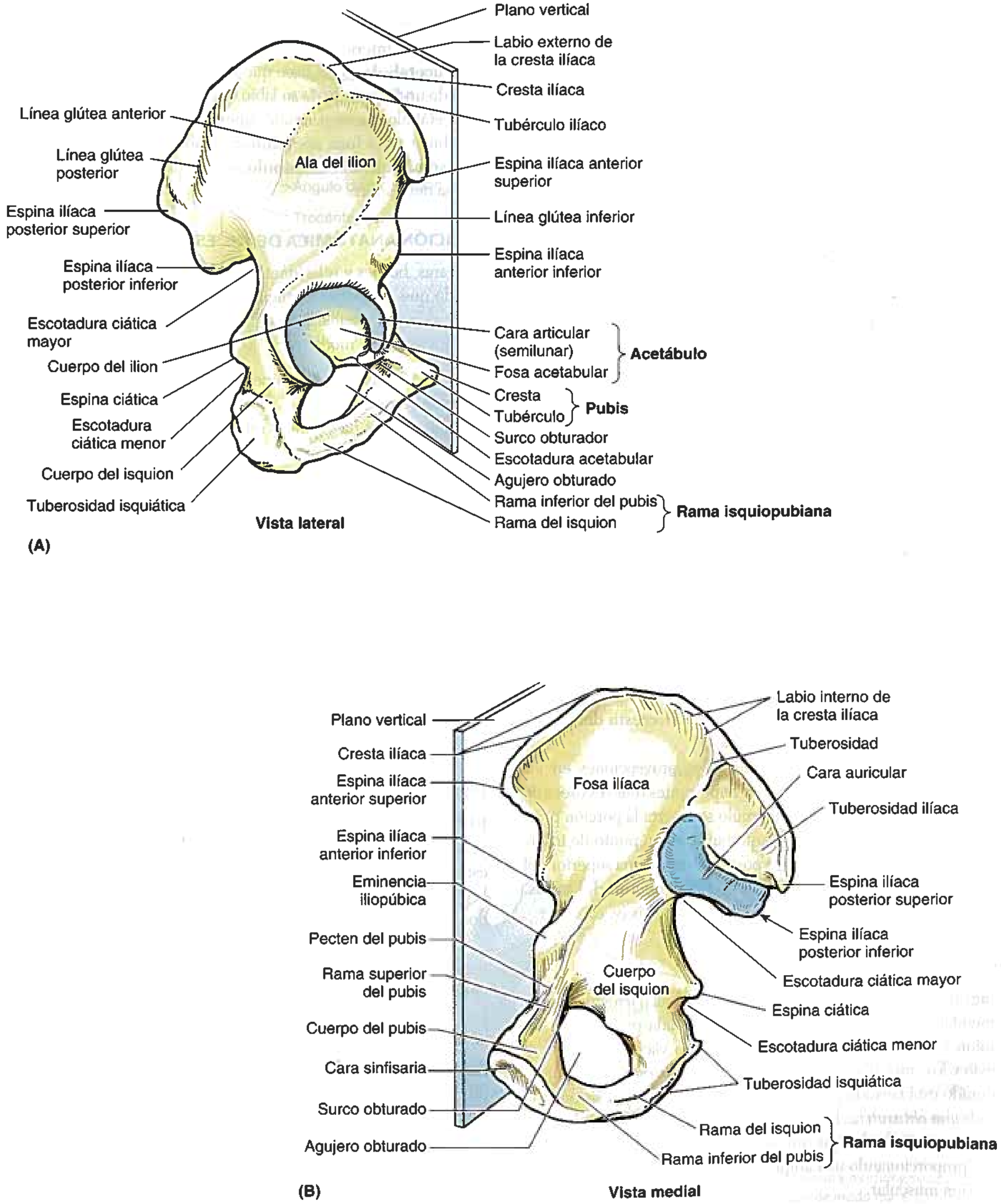

Plano vertical
Labio externo de la cresta ilíaca
Cresta ilíaca
Tubérculo ilíaco
Línea glútea anterior
Línea glútea posterior
Ala del ilion
Espina ilíaca anterior superior
Espina ilíaca posterior superior
Línea glútea inferior
Espina ilíaca posterior inferior
Espina ilíaca anterior inferior
Escotadura ciática mayor
Cuerpo del ilion
Cara articular (semilunar)
Fosa acetabular
Acetábulo
Espina ciática
Cresta
Tubérculo
Pubis
Escotadura ciática menor
Surco obturador
Escotadura acetabular
Cuerpo del isquion
Agujero obturado
Tuberosidad isquiática
Rama inferior del pubis
Rama del isquion
Rama isquiopubiana
Vista lateral
(A)
Labio interno de la cresta ilíaca
Plano vertical
Tuberosidad
Cresta ilíaca
Cara auricular
Espina ilíaca anterior superior
Fosa ilíaca
Tuberosidad ilíaca
Espina ilíaca anterior inferior
Espina ilíaca posterior superior
Eminencia iliopúbica
Espina ilíaca posterior inferior
Pecten del pubis
Cuerpo del isquion
Escotadura ciática mayor
Rama superior del pubis
Espina ciática
Cuerpo del pubis
Escotadura ciática menor
Cara sinfisaria
Tuberosidad isquiática
Surco obturado
Rama del isquion
Rama isquiopubiana
Agujero obturado
Rama inferior del pubis
(B)
Vista medial

FIGURA 5-6. Hueso coxal de un adulto en posición anatómica. En esta posición, la espina ilíaca anterior superior y la cara anterior del pubis se sitúan en el mismo plano frontal *(azul)*. **A.** El gran hueso coxal se estrecha en la parte media y se expande en sus extremos superior e inferior. **B.** La cara sinfisaria del pubis se articula con la cara correspondiente del hueso coxal contralateral. La cara auricular del ilion se articula con la cara correspondiente del sacro, para formar la articulación sacroilíaca.

ISQUION

El **isquion** forma la parte posteroinferior del hueso coxal. La porción superior del **cuerpo del isquion** se une al pubis y al ilion, formando la cara posteroinferior del acetábulo. La **rama del isquion** se une a la *rama inferior del pubis* para formar la **rama isquiopubiana** (fig. 5-6A), que constituye el límite inferomedial del *agujero obturado.* El borde posterior del isquion forma el margen inferior de una profunda indentación denominada **escotadura ciática mayor.** La **espina ciática,** grande y triangular, del margen inferior de esta escotadura, es un punto de inserción ligamentosa. Esta clara demarcación separa la escotadura ciática mayor de una indentación más pequeña, redondeada, de superficie lisa y localización más inferior, denominada **escotadura ciática menor.** Esta escotadura actúa a modo de tróclea o polea para un músculo que emerge de la pelvis ósea. La proyección ósea rugosa en la unión del extremo inferior del cuerpo del isquion y su rama es la gran **tuberosidad isquiática.** El peso del cuerpo descansa sobre esta tuberosidad cuando la persona está sentada, y es el lugar de inserción tendinosa proximal de músculos de la región posterior del muslo.

PUBIS

El **pubis** forma la parte anteromedial del hueso coxal, contribuyendo a la parte anterior del acetábulo, y proporciona inserción proximal a músculos de la región medial del muslo. Se divide en un **cuerpo,** aplanado y de localización medial, y en **ramas superior** e **inferior,** que se proyectan lateralmente desde el cuerpo (fig. 5-6).

Medialmente, la **cara sinfisaria** del cuerpo del pubis se articula con la cara correspondiente del cuerpo de su homólogo contralateral, a través de la sínfisis del pubis. El borde anterosuperior de ambos cuerpos unidos y la sínfisis forman la **cresta del pubis,** donde se insertan músculos abdominales.

Los **tubérculos del pubis,** pequeñas proyecciones en los extremos laterales de esta cresta, son importantes relieves óseos de las regiones inguinales. En el tubérculo se inserta la porción principal del ligamento inguinal y, por lo tanto, es un punto de inserción muscular indirecta. El borde posterior de la rama superior del pubis presenta un reborde elevado y agudo, el **pecten del pubis,** que forma parte de la abertura superior de la pelvis (v. cap. 3).

AGUJERO OBTURADO

El **agujero obturado** es una gran abertura, oval o irregularmente triangular, en el hueso coxal, que está limitada por el pubis, el isquion y sus ramas. Salvo por una pequeña vía de paso para el nervio y los vasos obturadores (el *conducto obturador*), el agujero obturado está cerrado por una membrana delgada y resistente, la *membrana obturatriz.* La presencia del agujero minimiza la masa ósea (peso), mientras que su cierre por la membrana obturatriz sigue proporcionando una amplia superficie a ambos lados para la inserción muscular.

ACETÁBULO

El **acetábulo** es la gran cavidad en forma de copa que se encuentra sobre la cara lateral del hueso coxal, y que se articula con la cabeza del fémur para formar la articulación de la cadera (coxofemoral) (fig. 5-6A). Los tres huesos que forman el hueso coxal contribuyen a la formación del acetábulo.

El borde inferior del acetábulo está incompleto en la **escotadura acetabular,** que hace que la fosa parezca una copa que ha perdido un fragmento de su labio. La depresión rugosa en el suelo del acetábulo que se extiende superiormente desde la escotadura acetabular es la **fosa acetabular.** Ambas crean un déficit en la **cara semilunar del acetábulo,** superficie articular que acoge la cabeza del fémur.

POSICIÓN ANATÓMICA DEL HUESO COXAL

Las caras, bordes y relaciones del hueso coxal se describen suponiendo que el cuerpo se encuentra en *posición anatómica.* Para situar al hueso coxal aislado o la pelvis ósea en esta posición, hay que orientarlo de modo que:

- La EIAS y la cara anterosuperior del pubis se sitúan en el mismo plano vertical (coronal).
- La cara sinfisaria del pubis está vertical, paralela al plano medio (fig. 5-6).

En la posición anatómica:

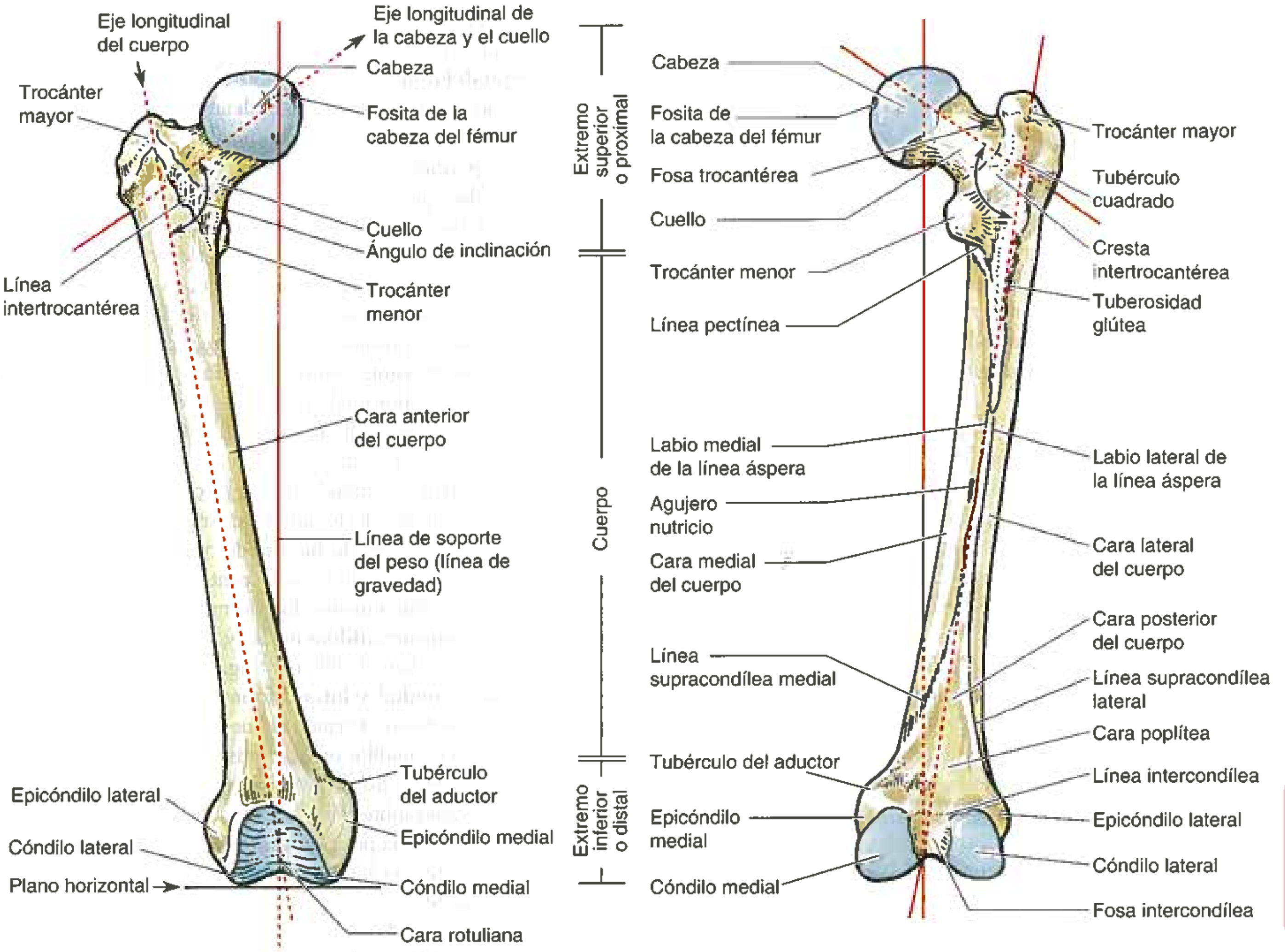
- El acetábulo se orienta inferolateralmente, con la escotadura acetabular dirigida inferiormente.
- El agujero obturado se sitúa inferomedial con respecto al acetábulo.
- La cara interna del cuerpo del pubis se orienta casi directamente superior. (Constituye esencialmente el suelo sobre el que se apoya la vejiga urinaria.)
- La abertura superior de la pelvis es más vertical que horizontal. En la visión anteroposterior, el vértice del cóccix aparece prácticamente en su centro (fig. 5-3).

Fémur

El **fémur** es el hueso más largo y pesado del cuerpo, y transmite el peso corporal desde el hueso coxal hacia la tibia cuando la persona está en bipedestación (fig. 5-4). Su longitud es, aproximadamente, la cuarta parte de la altura de la persona. Consta de un **cuerpo** y dos extremos, superior (o proximal) e inferior (o distal) (fig. 5-7).

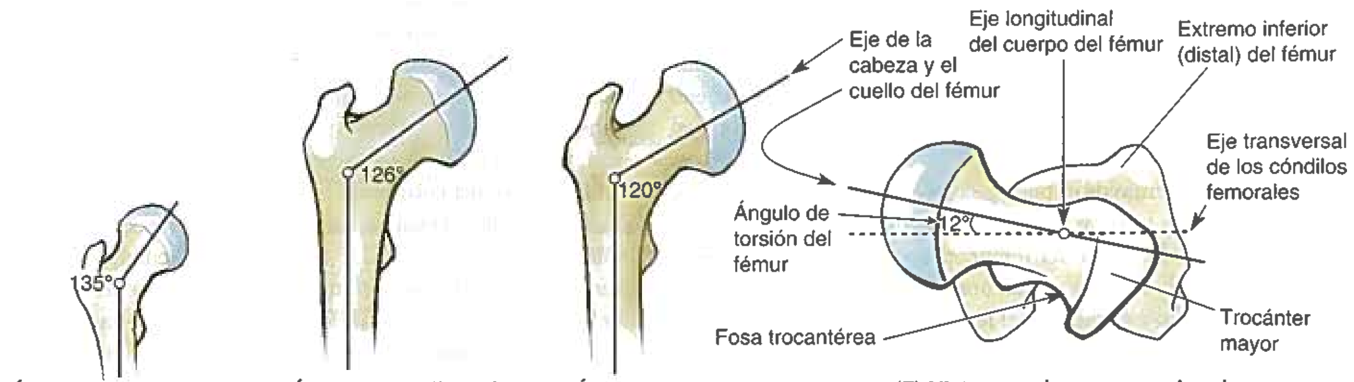
El extremo superior (proximal) del fémur consta de una cabeza, un cuello y dos trocánteres (mayor y menor). La redondeada **cabeza del fémur** constituye dos tercios de una esfera que está cubierta con cartílago articular, excepto en una depresión o fosita, situada medialmente, la **fosita de la cabeza del fémur;** en etapas iniciales de la vida, el ligamento da paso a una arteria que irriga la epífisis de la cabeza. El **cuello del fémur** es trapezoidal; el extremo estrecho sostiene la cabeza, y la base más ancha se continúa con el cuerpo. Tiene un diámetro promedio de, aproximadamente, tres cuartas partes de la cabeza femoral.

La parte proximal del fémur está «doblada» (en forma de L), de modo que el eje de la cabeza y el cuello se proyecta superomedialmente en un ángulo oblicuo con respecto al cuerpo (fig. 5-7A y B). Este obtuso **ángulo de inclinación** es máximo al nacer y disminuye gradualmente (se hace más agudo) hasta llegar a ser de 115° a 140° en el adulto, con un promedio de 126° (fig. 5-7C a E).


Eje longitudinal del cuerpo
Eje longitudinal de la cabeza y el cuello
Trocánter mayor
Cabeza
Fosita de la cabeza del fémur
Cuello
Ángulo de inclinación
Línea intertrocantérea
Trocánter menor
Cara anterior del cuerpo
Línea de soporte del peso (línea de gravedad)
Epicóndilo lateral
Tubérculo del aductor
Cóndilo lateral
Epicóndilo medial
Plano horizontal
Cóndilo medial
Cara rotuliana
Extremo superior o proximal
Cuerpo
Extremo inferior o distal
Cabeza
Fosita de la cabeza del fémur
Fosa trocantérea
Cuello
Trocánter menor
Línea pectínea
Labio medial de la línea áspera
Agujero nutricio
Cara medial del cuerpo
Línea supracondílea medial
Tubérculo del aductor
Epicóndilo medial
Cóndilo medial
Trocánter mayor
Tubérculo cuadrado
Cresta intertrocantérea
Tuberosidad glútea
Labio lateral de la línea áspera
Cara lateral del cuerpo
Cara posterior del cuerpo
Línea supracondílea lateral
Cara poplítea
Línea intercondílea
Epicóndilo lateral
Cóndilo lateral
Fosa intercondílea

(A) Vista anterior del fémur derecho

(B) Vista posterior del fémur derecho


135°
126°
120°
Eje de la cabeza y el cuello del fémur
Eje longitudinal del cuerpo del fémur
Extremo inferior (distal) del fémur
Eje transversal de los cóndilos femorales
Ángulo de torsión del fémur
12°
Fosa trocantérea
Trocánter mayor

(C) Ángulo de inclinación en un niño de 3 años

(D) Ángulo de inclinación en el adulto

(E) Ángulo de inclinación en el anciano

(F) Vista superior que muestra el ángulo de torsión del fémur

FIGURA 5-7. Fémur derecho. A y **B.** Se muestran las características óseas del fémur de un adulto. Desde el punto de vista funcional y morfológico, el hueso consta de un extremo superior y otro inferior, muy modificados, y un cuerpo cilíndrico entre ellos. **A** a **E.** El fémur está «inclinado» de modo que el eje longitudinal de la cabeza y el cuello forma un ángulo (ángulo de inclinación) con el del cuerpo. Cuando los cóndilos femorales descansan sobre una superficie horizontal, el fémur adopta su posición anatómica oblicua, en la cual el centro de la redonda cabeza del fémur se encuentra directamente por encima de la fosa intercondílea. **C** a **E.** El ángulo de inclinación disminuye (se hace más agudo) con la edad, produciéndose mayor tensión cuando la masa ósea disminuye. Si se contempla el fémur a lo largo del eje longitudinal del cuerpo, de modo que el extremo proximal se superpone sobre el extremo distal **(F)**, puede apreciarse que el eje de la cabeza y el cuello del fémur forma un ángulo de 12° con el eje transversal de los cóndilos femorales (ángulo de torsión).

El ángulo de inclinación es menor en las mujeres, debido al aumento de la amplitud entre los acetábulos (consecuencia de una pelvis menor más ancha) y a la mayor oblicuidad del cuerpo del fémur. Permite una mayor movilidad del fémur en la articulación de la cadera, ya que sitúa la cabeza y el cuello más perpendiculares al acetábulo en la posición neutra. Los abductores y rotadores del muslo se insertan principalmente en el vértice del ángulo (el *trocánter mayor*), de forma que traccionan una palanca (el brazo corto de la L) que se dirige más lateralmente que verticalmente. Esto proporciona una mayor eficacia a los abductores y rotadores del muslo, y permite que la masa considerable de los primeros se sitúe superior al fémur (en la región glútea) en lugar de lateral a éste, dejando libre la cara lateral del cuerpo del fémur para proporcionar una mayor área para la inserción carnosa de los extensores de la rodilla.

El ángulo de inclinación permite también la posición oblicua del fémur en el muslo, lo cual permite que las rodillas sean adyacentes e inferiores al tronco, como se comentó anteriormente. Todo ello favorece la marcha bípeda; sin embargo, impone tensiones considerables sobre el cuello del fémur. En consecuencia, las fracturas del cuello del fémur pueden producirse en personas ancianas como resultado de un ligero tropiezo si el cuello se encuentra debilitado por osteoporosis.

La torsión de la parte proximal del miembro inferior (fémur) que se produjo durante el desarrollo no finaliza con el eje longitudinal del extremo proximal del fémur (cabeza y cuello) paralelo al eje transverso del extremo inferior (cóndilos del fémur). Cuando se observa el fémur superiormente (de modo que se mire a lo largo del eje longitudinal del cuerpo del hueso), se aprecia que ambos ejes se sitúan en un ángulo (**ángulo de torsión** o **ángulo de declinación**), con un valor medio de 7° en el hombre y de 12° en la mujer. El ángulo de torsión, combinado con el ángulo de inclinación, permite los movimientos rotatorios de la cabeza del fémur dentro del acetábulo, colocado oblicuamente, para convertirlos en movimientos de flexión y extensión, de abducción y aducción, y de rotación del muslo.

Donde el cuerpo del fémur se une al cuello, hay dos grandes elevaciones romas denominadas trocánteres (fig. 5-7A, B y F). El **trocánter menor,** cónico y con un vértice redondeado, se extiende medialmente desde la parte posteromedial de la unión del cuello y el cuerpo del fémur, y en él se inserta el tendón del principal músculo flexor del muslo, el iliopsoas.

El **trocánter mayor** es una masa ósea grande, situada en posición lateral, que se proyecta superior y posteriormente donde el cuello se une al cuerpo del fémur, proporcionando inserción y palanca a los abductores y rotadores del muslo. El lugar donde se unen el cuello y el cuerpo del fémur está indicado por la **línea intertrocantérea,** una cresta rugosa formada por la inserción de un potente ligamento (el ligamento iliofemoral). Esta línea discurre desde el trocánter mayor y se enrolla alrededor del trocánter menor, para continuar posterior e inferiormente como una cresta menos definida, la **línea espiral.**

Una cresta similar, pero más lisa y más prominente, la **cresta intertrocantérea,** une los trocánteres posteriormente; la elevación redondeada que se observa en la cresta es el **tubérculo cuadrado.** En las vistas anterior y posterior (fig. 5-7A y B), el trocánter mayor está alineado con respecto al cuerpo del fémur; en las vistas posterior y superior (fig. 5-7B y F), sobresale por encima de una profunda depresión medialmente, la **fosa trocantérea.**

El **cuerpo del fémur** es ligeramente convexo anteriormente. La convexidad puede aumentar notablemente, avanzando lateralmente y anteriormente, si el cuerpo del fémur está debilitado por una pérdida de calcio, como sucede en el *raquitismo* (una enfermedad que se atribuye al déficit de vitamina D). La mayor parte del cuerpo es lisa y redondeada, y en él se originan los extensores de la rodilla, salvo en la parte posterior, donde una línea ancha y rugosa, la **línea áspera,** es lugar de inserción aponeurótica de los aductores del muslo. Esta cresta vertical es especialmente prominente en el tercio medio del cuerpo del fémur, donde presenta un **labio medial** y un **labio lateral.** Superiormente, el labio medial se funde con la **tuberosidad glútea,** ancha y rugosa, y el labio medial se continúa en forma de línea espiral, rugosa y estrecha.

La **línea espiral** se extiende hacia el trocánter menor, pero pasa hacia la cara anterior del fémur, donde se continúa con la línea intertrocantérea. Un reborde intermedio prominente, la **línea pectínea,** se extiende desde la parte central de la línea áspera hasta la base del trocánter menor. Inferiormente, la línea áspera se divide en **líneas supracondíleas** medial y lateral, que conducen a los cóndilos medial y lateral del fémur (fig. 5-7B).

Los **cóndilos medial y lateral** forman casi todo el extremo inferior (distal) del fémur. Cuando el hueso se encuentra en posición anatómica, los cóndilos están al mismo nivel horizontal, de forma que si un fémur aislado se coloca en posición vertical con los cóndilos apoyados sobre el suelo o una superficie, el cuerpo del hueso adoptará la misma posición oblicua que tiene en el cuerpo de la persona viva (en un ángulo de unos 9° en los hombres y algo mayor en las mujeres).

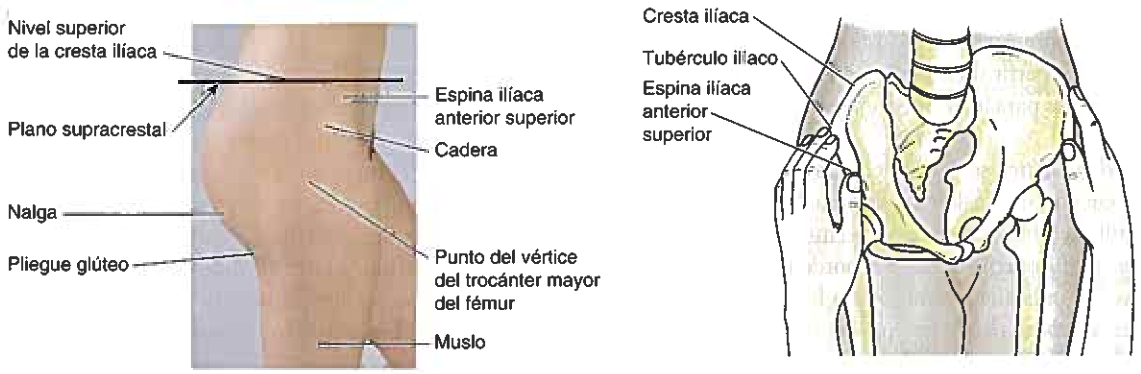
Los cóndilos femorales se articulan con los meniscos (láminas semilunares de cartílago) y los cóndilos de la tibia, para formar la articulación de la rodilla (fig. 5-4). Durante la flexión y la extensión, los meniscos y los cóndilos de la tibia se deslizan como una unidad a través de las caras inferior y posterior de los cóndilos femorales. La convexidad de la cara articular de los cóndilos aumenta a medida que desciende la cara anterior, cubriendo el extremo inferior, y luego asciende posteriormente. Los cóndilos están separados posteriormente e inferiormente por una **fosa intercondílea,** pero se fusionan anteriormente, formando una depresión superficial longitudinal, la **cara rotuliana** (fig. 5-7), que se articula con la rótula. La cara lateral del cóndilo lateral tiene una proyección central llamada *epicóndilo lateral.* La cara medial del cóndilo medial presenta un *epicóndilo medial,* mayor y más prominente, por encima del cual se forma otra elevación, el **tubérculo del aductor,** relacionado con la inserción de un tendón. Los epicóndilos proporcionan inserción proximal a los ligamentos colaterales tibial y peroneo de la articulación de la rodilla.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LA CINTURA PÉLVICA Y EL FÉMUR

Los puntos de referencia óseos son útiles durante la exploración física y la cirugía, puesto que pueden utilizarse para evaluar el desarrollo normal, detectar y evaluar fracturas y luxaciones, y localizar estructuras como los nervios y los vasos sanguíneos.

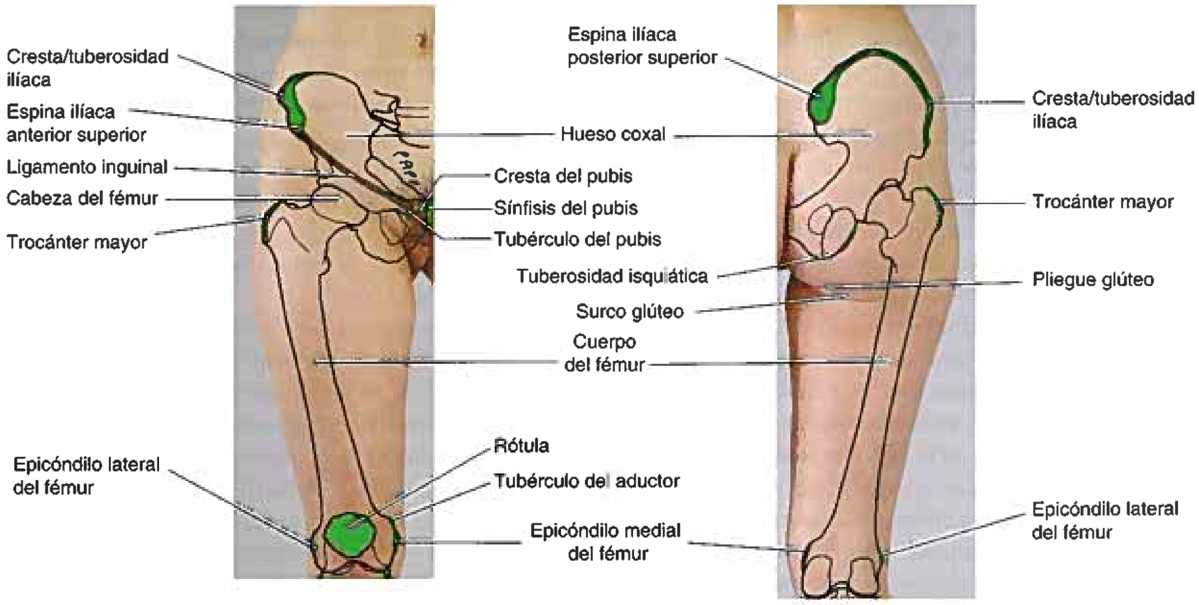
Cuando colocamos las manos sobre las caderas, descansan sobre las *crestas ilíacas* (fig. 5-8A). El tercio anterior de las crestas se palpa fácilmente porque éstas son subcutáneas (fig. 5-8C y D). Los dos tercios posteriores son más difíciles de palpar, porque suelen estar cubiertos por tejido adiposo. La cresta ilíaca termina anteriormente en la *espina ilíaca anterior superior*, de forma redondeada, que puede palparse fácilmente siguiendo la cresta ilíaca anteroinferiormente. La EIAS suele verse en las personas delgadas; en las que presentan obesidad, estas espinas están cubiertas de tejido adiposo y su localización puede resultar difícil; sin embargo, se palpan más fácilmente cuando la persona está sentada y los músculos que se insertan en ellas están relajados.

El *tubérculo ilíaco*, 5-6 cm posterior a la EIAS, señala el punto más ancho de la cresta ilíaca. Para palpar este tubérculo se coloca el pulgar sobre la EIAS y se desplazan los dedos posteriormente, a lo largo del labio externo de la cresta ilíaca (fig. 5-8B). El tubérculo ilíaco se encuentra al nivel de la apófisis espinosa de la vértebra L5.


Nivel superior de la cresta ilíaca
Plano supracrestal
Nalga
Pliegue glúteo
Espina ilíaca anterior superior
Cadera
Punto del vértice del trocánter mayor del fémur
Muslo
Cresta ilíaca
Tubérculo ilíaco
Espina ilíaca anterior superior

(A) Vista lateral derecha

(B) Vista oblicua anterior


Cresta/tuberosidad ilíaca
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal
Cabeza del fémur
Trocánter mayor
Epicóndilo lateral del fémur
Espina ilíaca posterior superior
Hueso coxal
Cresta del pubis
Sínfisis del pubis
Tubérculo del pubis
Tuberosidad isquiática
Surco glúteo
Cuerpo del fémur
Rótula
Tubérculo del aductor
Epicóndilo medial del fémur
Cresta/tuberosidad ilíaca
Trocánter mayor
Pliegue glúteo
Epicóndilo lateral del fémur

(C) Vista anterior

Verde = Detalles palpables de los huesos del miembro inferior

(D) Vista posterior

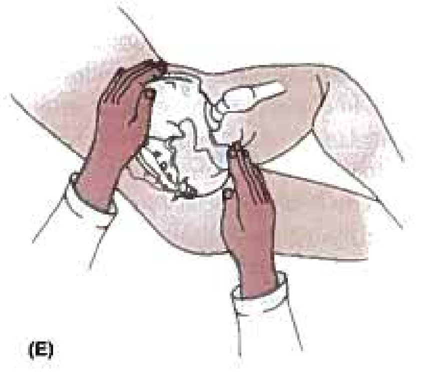


FIGURA 5-8. Anatomía de superficie del hueso coxal y del fémur. **A.** Puntos de referencia superficiales. **B.** Palpación bimanual de la espina ilíaca anterior superior, que se utiliza para determinar la posición de la pelvis (inclinación pélvica). **C** y **D.** Proyección superficial y detalles palpables del hueso coxal y del fémur. **E.** Palpación de la tuberosidad isquiática.

A una distancia de aproximadamente una mano inferior al ombligo pueden palparse los *cuerpos* y las *ramas superiores de los huesos púbicos* (fig. 5-8C). El *tubérculo del pubis* puede palparse a unos 2 cm de la sínfisis del pubis, en la extremidad anterior de la *cresta del pubis.* La cresta ilíaca termina posteriormente en la afilada *espina ilíaca posterior superior* (fig. 5-8D), que puede ser difícil de palpar; sin embargo, es fácil localizar su posición porque se encuentra en el fondo de una depresión cutánea, unos 4 cm lateral a la línea media. La depresión existe porque la piel y la fascia subyacente se fijan a la EIPS. Las depresiones cutáneas son puntos de referencia útiles al palpar la zona de las articulaciones sacroilíacas cuando se busca edema (hinchazón) o dolor local con la palpación. Estas depresiones señalan también la terminación de las crestas ilíacas, a partir de la cual puede obtenerse médula ósea o fragmentos óseos para injertos (p. ej., para reparar una tibia fracturada).

La *tuberosidad isquiática* se palpa fácilmente en la parte inferior de la nalga cuando el muslo está flexionado (fig. 5-8E). La nalga cubre y oculta la tuberosidad cuando el muslo está extendido (fig. 5-8D). El *surco glúteo* coincide con el borde inferior del músculo glúteo mayor, e indica la separación de la nalga y el muslo.

El centro de la *cabeza del fémur* puede palparse profundo con respecto a un punto que se sitúa, aproximadamente, a la distancia del ancho del pulgar por debajo del punto medio del ligamento inguinal (fig. 5-8C). El *cuerpo (diáfisis) del fémur* está cubierto por músculos y no suele palparse; tan sólo los extremos superior e inferior del fémur pueden palparse. El *trocánter mayor*, localizado lateralmente, se proyecta superior a la unión del cuerpo con el cuello del fémur, y puede palparse en la cara lateral del muslo, unos 10 cm inferior a la cresta ilíaca (fig. 5-8B).

El *trocánter mayor* forma una prominencia anterior al hueco de la cara lateral de la nalga. Las prominencias de los trocánteres mayores suelen ser las que confieren la anchura de la pelvis del adulto. El borde posterior del trocánter mayor está relativamente al descubierto, y se palpa con mayor facilidad cuando el miembro no está soportando peso. Las partes anterior y lateral del trocánter mayor no se palpan fácilmente, porque están cubiertas de fascia y músculos. Como se sitúa junto a la piel, el trocánter mayor produce molestias cuando nos apoyamos en decúbito lateral sobre una superficie dura. En posición anatómica, una línea que una los vértices de los trocánteres mayores pasa normalmente por los tubérculos del pubis y el centro de las cabezas femorales. El *trocánter menor* se palpa con dificultad por encima del extremo lateral del surco glúteo.

Los *cóndilos femorales* son subcutáneos y fácilmente palpables cuando la rodilla está flexionada o extendida (fig. 5-8C y D). En el centro de la cara lateral de cada cóndilo se encuentra un *epicóndilo* prominente, fácilmente palpable. Durante la flexión y extensión de la pierna en la articulación de la rodilla, la *rótula* se desliza sobre la cara rotuliana del fémur. Los bordes lateral y medial de la cara rotuliana pueden palparse cuando la pierna está flexionada. El *tubérculo del aductor*, un pequeño relieve óseo, puede palparse en la parte superior del cóndilo medial del fémur empujando el pulgar inferiormente, a lo largo de la cara medial del muslo hasta encontrar el tubérculo.

Tibia y peroné

La tibia y el peroné son los huesos de la pierna (figs. 5-4 y 5-9). La *tibia* se articula con los cóndilos femorales superiormente y con el astrágalo inferiormente, y al hacerlo transmite el peso corporal. El *peroné* actúa principalmente como lugar de inserción muscular, aunque también es importante para la estabilidad de la articulación talocrural. Los cuerpos de la tibia y el peroné están conectados por una densa **membrana interósea** compuesta por potentes fibras oblicuas que descienden de la tibia al peroné.

TIBIA

Localizada en el lado anteromedial de la pierna, casi paralela al peroné, la **tibia** es el segundo hueso de mayor tamaño del cuerpo. Se ensancha hacia fuera en ambos extremos, para proporcionar una mayor superficie para la articulación y la transferencia del peso. El extremo superior (proximal) se ensancha para formar los **cóndilos medial** y **lateral,** que sobresalen por encima del cuerpo medialmente, lateralmente y posteriormente, formando una **cara articular superior,** o *meseta tibial,* relativamente plana. Esta meseta consta de dos caras articulares lisas (la medial, ligeramente cóncava, y la lateral, ligeramente convexa), que se articulan con los grandes cóndilos femorales. Las caras articulares están separadas por la **eminencia intercondílea,** formada por dos **tubérculos intercondíleos** (medial y lateral) flanqueados por **áreas intercondíleas anterior** y **posterior,** relativamente rugosas.

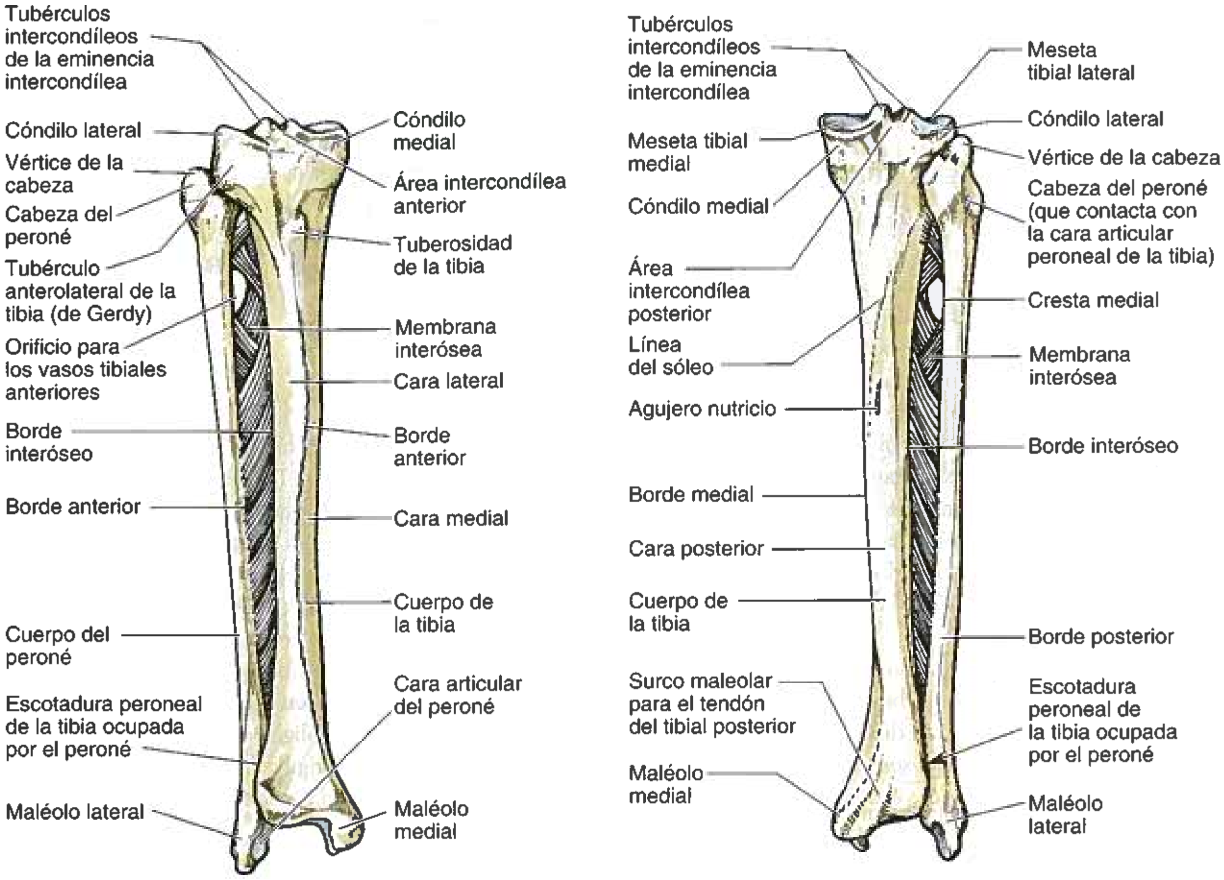
Los tubérculos encajan en la **fosa intercondílea** entre los cóndilos del fémur (fig. 5-7B). En las áreas y tubérculos intercondíleos se insertan los meniscos y los principales ligamentos de la rodilla, que mantienen juntos el fémur y la tibia, manteniendo el contacto entre sus caras articulares.

La cara anterolateral del cóndilo lateral de la tibia muestra un **tubérculo tibial anterolateral** (tubérculo de Gerdy), inferior a la cara articular (fig. 5-9), que sirve de inserción distal a un denso engrosamiento de la fascia que cubre la cara lateral del muslo, añadiendo estabilidad a la articulación de la rodilla. El cóndilo lateral también presenta una **cara articular peroneal** posterolateralmente, en su cara inferior, para la cabeza del peroné.

A diferencia del fémur, el **cuerpo de la tibia** muestra una disposición verdaderamente vertical dentro de la pierna, y presenta una sección transversal algo triangular. Tiene tres caras y bordes: medial, lateral/interóseo y posterior.

El **borde anterior de la tibia** es el más sobresaliente. Este borde y la **cara medial** adyacente son subcutáneos en toda su longitud, y constituyen lo que suele conocerse como «espinilla»; su cubierta perióstica y la piel que la cubre son muy propensas a la aparición de hematomas. En el extremo superior del borde anterior, la **tuberosidad de la tibia,** ancha y apaisada, es el lugar para la inserción distal del ligamento rotuliano, que se extiende entre el borde inferior de la rótula y la tuberosidad de la tibia.

El cuerpo de la tibia es más delgado en la unión de sus tercios medio y distal. El extremo distal de la tibia es más pequeño que el proximal, ensanchándose sólo medialmente; la expansión medial


Tubérculos intercondíleos de la eminencia intercondílea
Cóndilo lateral
Vértice de la cabeza
Cabeza del peroné
Tubérculo anterolateral de la tibia (de Gerdy)
Orificio para los vasos tibiales anteriores
Borde interóseo
Borde anterior
Cuerpo del peroné
Escotadura peroneal de la tibia ocupada por el peroné
Maléolo lateral
Cóndilo medial
Área intercondílea anterior
Tuberosidad de la tibia
Membrana interósea
Cara lateral
Borde anterior
Cara medial
Cuerpo de la tibia
Cara articular del peroné
Maléolo medial
Tubérculos intercondíleos de la eminencia intercondílea
Meseta tibial medial
Cóndilo medial
Área intercondílea posterior
Línea del sóleo
Agujero nutricio
Borde medial
Cara posterior
Cuerpo de la tibia
Surco maleolar para el tendón del tibial posterior
Maléolo medial
Meseta tibial lateral
Cóndilo lateral
Vértice de la cabeza
Cabeza del peroné (que contacta con la cara articular peroneal de la tibia)
Cresta medial
Membrana interósea
Borde interóseo
Borde posterior
Escotadura peroneal de la tibia ocupada por el peroné
Maléolo lateral

Vista anterior (lado derecho) **Vista posterior (lado derecho)**

FIGURA 5-9. Tibia y peroné derechos. Sindesmosis tibioperonea, con la densa membrana interósea, que conecta estrechamente la tibia y el peroné. La membrana interósea también proporciona una superficie adicional para la inserción muscular. Los vasos tibiales anteriores atraviesan el orificio de la membrana para entrar en el compartimiento anterior de la pierna.

se extiende inferior al resto del cuerpo, formando el **maléolo medial.** La cara inferior del cuerpo y la cara lateral del maléolo medial se articulan con el astrágalo, y están cubiertas por cartílago articular (fig. 5-4).

El **borde interóseo** de la tibia es agudo allí donde se inserta la *membrana interósea*, que une los dos huesos de la pierna. Inferiormente, el borde agudo se sustituye por un surco, la **escotadura peroneal,** que aloja y proporciona inserción fibrosa al extremo distal del peroné.

En la cara posterior de la porción proximal del cuerpo de la tibia existe una cresta rugosa y diagonal, denominada **línea del sóleo,** que discurre inferior y medialmente hasta el borde medial. La línea se forma en relación con el origen aponeurótico del músculo sóleo, aproximadamente a un tercio de su ruta descendente por el cuerpo del hueso. Inmediatamente distal a la línea del sóleo hay un surco vascular dirigido oblicuamente, que conduce a un gran **agujero nutricio,** por el cual pasa la principal arteria que irriga el extremo proximal del hueso y su médula. Desde este agujero, el conducto nutricio discurre inferiormente por la tibia antes de desembocar en el interior de la cavidad medular.

PERONÉ

El delgado **peroné** se sitúa posterolateral a la tibia, a la cual está firmemente unido por la *sindesmosis tibioperonea,* que incluye la *membrana interósea* (fig. 5-9). El peroné no interviene en el soporte del peso corporal. Su función principal es servir de inserción muscular, proporcionando inserción distal a un músculo e inserción proximal a ocho. Las fibras de la sindesmosis tibioperonea están dispuestas para resistir la tracción neta resultante del peroné hacia abajo.

El extremo distal aumenta de tamaño y se prolonga lateralmente e inferiormente, formando el **maléolo lateral.** Los maléolos constituyen las paredes laterales de un encaje rectangular (*mortaja*), que es el componente superior de la articulación talocrural (fig. 5-4A), y en ellos se insertan los ligamentos que estabilizan la articulación. El maléolo lateral sobresale más y es más posterior que el maléolo medial, y se extiende aproximadamente 1 cm más distalmente.

El extremo proximal del peroné consta de una **cabeza** aumentada de tamaño, superior a un **cuello** pequeño. La cabeza tiene un **vértice** puntiagudo. La cabeza del peroné se articula con la cara peroneal de la cara inferior, posterolateral, del cóndilo lateral de la tibia. El **cuerpo del peroné** está retorcido y marcado por los lugares de inserción muscular. Al igual que el cuerpo de la tibia, tiene una sección transversal triangular y presenta tres bordes (anterior, interóseo y posterior) y tres caras (medial, posterior y lateral).

ANATOMÍA DE SUPERFICIE DE LA TIBIA Y EL PERONÉ

La *tuberosidad de la tibia,* una elevación oval en la cara anterior de la tibia, se palpa fácilmente unos 5 cm distal con respecto al vértice de la rótula (fig. 5-10A). La *cara anteromedial de la tibia,* subcutánea, también se palpa con facilidad. La piel que cubre esta superficie se mueve libremente. Los *cóndilos de la tibia* pueden palparse anteriormente a los lados del ligamento rotuliano, en especial cuando la rodilla está flexionada.

La *cabeza del peroné* sobresale a nivel de la parte superior de la tuberosidad de la tibia, ya que, semejante a una protuberancia redondeada, es subcutánea en la cara posterolateral de la rodilla. El *cuello del peroné* puede palparse inmediatamente distal a la parte lateral de la cabeza del peroné. Al hacerlo, puede provocarse una sensación algo desagradable a causa de la presencia de un nervio que pasa por ese punto.

El *maléolo medial,* el relieve del lado medial del tobillo, también es subcutáneo y prominente. Obsérvese que su extremo inferior es romo, y no se extiende tan distalmente como lo hace el maléolo lateral. El maléolo medial se encuentra, aproximadamente, 1,25 cm proximal al nivel del vértice del maléolo lateral.

Sólo puede palparse la cuarta parte distal del cuerpo del peroné. Al palpar el *maléolo lateral* se apreciará que es subcutáneo y que su extremo inferior es agudo. Obsérvese que el vértice del maléolo lateral se extiende más distalmente y más posteriormente que el vértice del maléolo medial.

Huesos del pie

Los huesos del pie son el *tarso,* el *metatarso* y las *falanges.* Hay 7 huesos tarsianos, 5 metatarsianos y 14 falanges (figs. 5-1, 5-4 y 5-11). Aunque es necesario conocer las características de cada hueso para poder entender la estructura del pie, es importante estudiar el esqueleto de este último como un todo, así como identificar los principales puntos de referencia óseos en el pie de la persona viva (v. «Anatomía de superficie de los huesos del pie», p. 524, y «Anatomía de superficie de la región del tobillo y del pie», p. 622).

TARSO

El **tarso** (parte posterior o proximal del pie; retropié, fig. 5-11C) consta de siete huesos (fig. 5-11A y B): astrágalo, calcáneo, cuboides, navicular y tres cuneiformes o cuñas. Tan sólo uno de ellos, el astrágalo, se articula con los huesos de la pierna.

El **astrágalo** tiene un cuerpo, un cuello y una cabeza (fig. 5-11D). La cara superior, la **tróclea del astrágalo,** se articula con los dos maléolos (fig. 5-4), recibe el peso del cuerpo transmitido desde la tibia y lo transmite, a su vez, dividiéndolo entre el calcáneo, sobre el que descansa el **cuerpo del astrágalo,** y el antepié, a través de una «hamaca» osteoligamentosa que recibe la **cabeza del astrágalo,** redondeada y dirigida anteromedialmente. Esa hamaca (ligamento calcaneonavicular plantar) queda suspendida a través de un espacio entre una proyección medial, a modo de repisa, del calcáneo (sustentáculo del astrágalo) y el hueso navicular, que se encuentra en una localización anterior (fig. 5-11B y E).

El astrágalo es el único hueso del tarso que carece de inserciones musculares y tendinosas; la mayor parte de su superficie

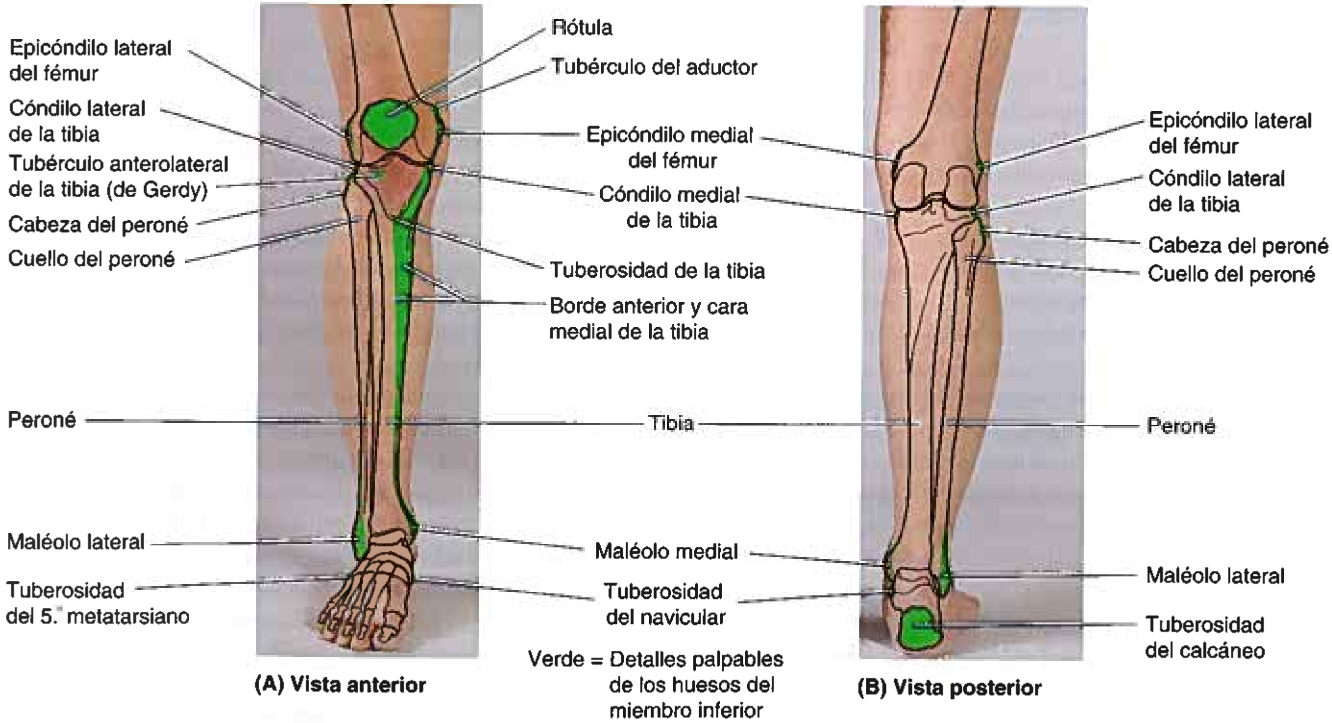
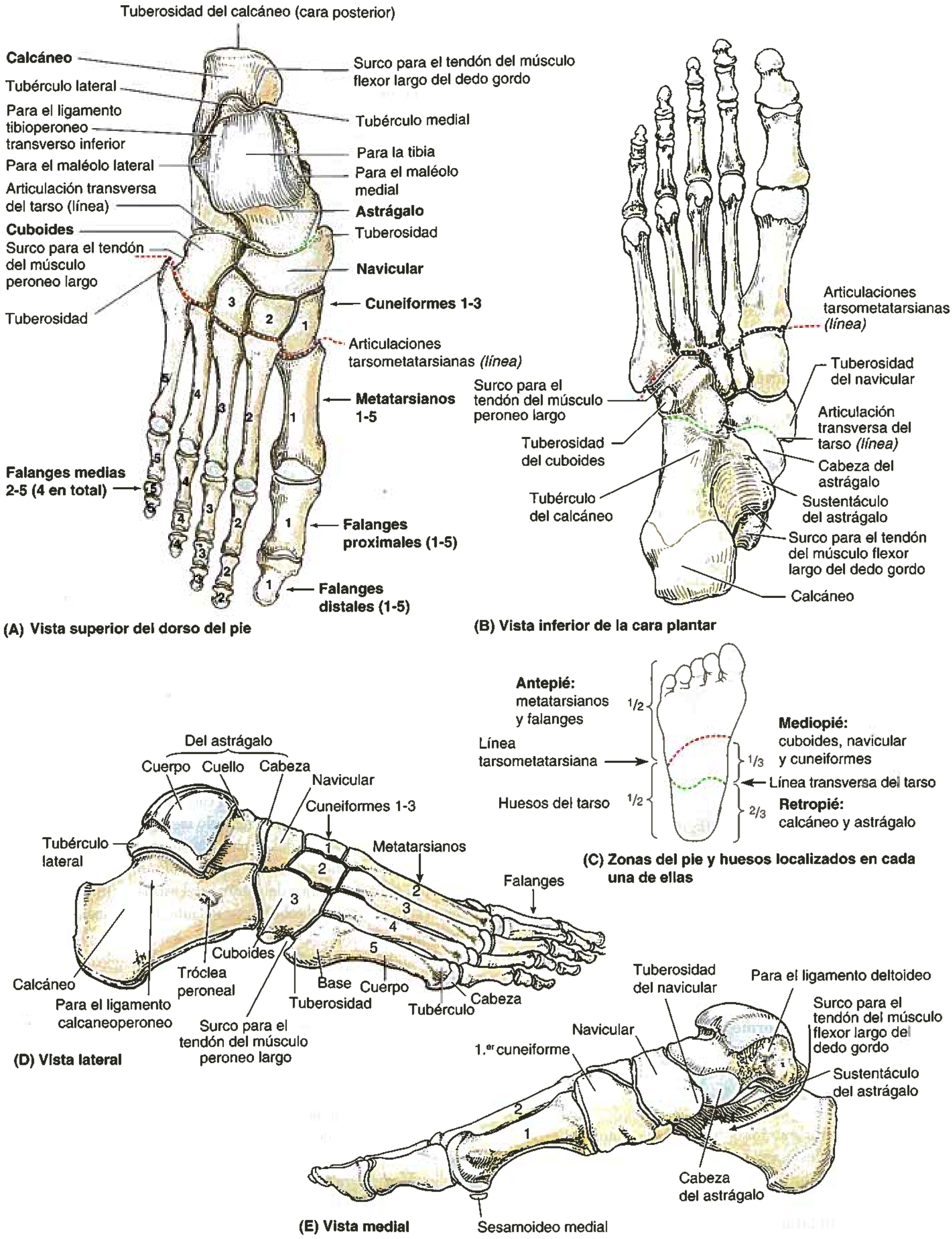

Epicóndilo lateral del fémur
Cóndilo lateral de la tibia
Tubérculo anterolateral de la tibia (de Gerdy)
Cabeza del peroné
Cuello del peroné
Peroné
Maléolo lateral
Tuberosidad del 5.º metatarsiano
Rótula
Tubérculo del aductor
Epicóndilo medial del fémur
Cóndilo medial de la tibia
Tuberosidad de la tibia
Borde anterior y cara medial de la tibia
Tibia
Maléolo medial
Tuberosidad del navicular
Verde = Detalles palpables de los huesos del miembro inferior
(A) Vista anterior
(B) Vista posterior
Epicóndilo lateral del fémur
Cóndilo lateral de la tibia
Cabeza del peroné
Cuello del peroné
Peroné
Maléolo lateral
Tuberosidad del calcáneo

FIGURA 5-10. Proyección superficial y detalles palpables de los huesos de la pierna, el tobillo y el talón.


Tuberosidad del calcáneo (cara posterior)
Calcáneo
Tubérculo lateral
Para el ligamento tibioperoneo transverso inferior
Para el maléolo lateral
Articulación transversa del tarso (línea)
Cuboides
Surco para el tendón del músculo peroneo largo
Tuberosidad
Surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo
Tubérculo medial
Para la tibia
Para el maléolo medial
Astrágalo
Tuberosidad
Navicular
Cuneiformes 1-3
Articulaciones tarsometatarsianas (línea)
Metatarsianos 1-5
Falanges medias 2-5 (4 en total)
Falanges proximales (1-5)
Falanges distales (1-5)
1
2
3
4
5
Articulaciones tarsometatarsianas (línea)
Tuberosidad del navicular
Surco para el tendón del músculo peroneo largo
Articulación transversa del tarso (línea)
Tuberosidad del cuboides
Cabeza del astrágalo
Tubérculo del calcáneo
Sustentáculo del astrágalo
Surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo
Calcáneo
Antepié: metatarsianos y falanges
1/2
Línea tarsometatarsiana
Huesos del tarso
1/2
Mediopié: cuboides, navicular y cuneiformes
1/3
Línea transversa del tarso
2/3
Retropié: calcáneo y astrágalo
Del astrágalo
Cuerpo
Cuello
Cabeza
Navicular
Cuneiformes 1-3
Metatarsianos
Falanges
Tubérculo lateral
Calcáneo
Para el ligamento calcaneoperoneo
Tróclea peroneal
Cuboides
Surco para el tendón del músculo peroneo largo
Base
Tuberosidad
Cuerpo
Tubérculo
Cabeza
Tuberosidad del navicular
Para el ligamento deltoideo
Surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo
Sustentáculo del astrágalo
Navicular
1.er cuneiforme
Cabeza del astrágalo
Sesamoideo medial

(A) Vista superior del dorso del pie

(B) Vista inferior de la cara plantar

(C) Zonas del pie y huesos localizados en cada una de ellas

(D) Vista lateral

(E) Vista medial

FIGURA 5-11. Huesos del pie derecho. A, B, D y **E.** Cuatro vistas de los huesos del pie, que muestran las caras articulares y los principales relieves y surcos. **C.** Los siete huesos del tarso constituyen la mitad posterior del pie (retropié). El astrágalo y el calcáneo ocupan los dos tercios posteriores del retropié, y el tercio anterior está ocupado por el cuboides, el navicular y los cuneiformes medial, lateral e intermedio. El metatarso conecta el tarso posteriormente con las falanges anteriormente. El metatarso y las falanges constituyen la mitad anterior del pie (antepié).

está cubierta por cartílago articular. El cuerpo presenta la tróclea superiormente, y se estrecha formando una **apófisis posterior** que muestra un **surco para el tendón del flexor largo del dedo gordo** (fig. 5-11E), flanqueado por un **tubérculo lateral** prominente y un **tubérculo medial** que sobresale menos (fig. 5-11A y D).

El **calcáneo** (hueso del talón) es el mayor y más fuerte de los huesos del pie (fig. 5-11), y transmite, en bipedestación, la mayor parte del peso corporal desde el astrágalo al suelo. Los dos tercios anteriores de la cara superior del hueso se articulan con el astrágalo, y su cara anterior lo hace con el cuboides.

La cara lateral del calcáneo tiene una cresta oblicua (fig. 5-11D), la **tróclea peroneal,** que se encuentra entre los tendones de los músculos peroneos largo y corto. En esta tróclea se fija una polea tendinosa para los músculos que producen la eversión del pie (músculos que alejan la planta del pie del plano medio). El **sustentáculo del astrágalo,** el apoyo en forma de repisa de la cabeza del astrágalo, se proyecta desde el borde superior de la cara medial del calcáneo (fig. 5-11B y E). La parte posterior del calcáneo tiene una prominencia que soporta el peso, la **tuberosidad del calcáneo,** que presenta las **apófisis (tubérculos) medial y lateral, y el tubérculo del calcáneo (anterior).** Sólo la apófisis medial contacta con el suelo durante la bipedestación.

El **navicular** es un hueso aplanado, con forma de barco, que se localiza entre la cabeza del astrágalo, posteriormente, y los tres huesos cuneiformes, anteriormente (fig. 5-11). La cara medial del navicular se proyecta hacia abajo, formando la **tuberosidad del navicular,** un punto importante de inserción tendinosa ya que el borde medial del pie no se apoya sobre el suelo, como sí lo hace el borde lateral, sino que forma un *arco longitudinal del pie,* que debe sostenerse centralmente. Si esta tuberosidad es demasiado prominente, puede presionar contra la parte medial del zapato y causar dolor en el pie.

El **cuboides,** de forma aproximadamente cúbica, es el hueso más lateral de la fila distal del tarso (fig. 5-11A y D). Anteriormente a la **tuberosidad del cuboides,** en las caras lateral e inferior del hueso, hay un **surco para el tendón del músculo peroneo largo.**

Los tres huesos cuneiformes (fig. 5-11A, D y E) son el medial (1.°), el intermedio (2.°) y el lateral (3.°). El **cuneiforme medial** es el de mayor tamaño, y el **cuneiforme intermedio** es el menor de los tres. Cada uno de ellos se articula con el navicular, posteriormente y con la base del metatarsiano correspondiente anteriormente. El **cuneiforme lateral** también se articula con el cuboides.

METATARSO

El **metatarso** (parte anterior o distal del pie, antepié, fig. 5-11C) consta de cinco huesos metatarsianos que se numeran desde el lado medial del pie (fig. 5-11A). En el esqueleto articulado del pie (figs. 5-1, 5-4 y 5-11), las articulaciones tarsometatarsianas forman una **línea tarsometatarsiana** oblicua que une los puntos medios de los bordes medial y lateral del pie; de este modo, los metatarsianos y las falanges se localizan en la mitad anterior (antepié), y los huesos tarsianos en la mitad posterior (retropié) (fig. 5-11A y C).

El **1.^er^ metatarsiano** es más corto y fuerte que los otros. El **2.° metatarsiano** es el más largo. Cada uno de los metatarsianos tiene una base (proximal), un cuerpo y una cabeza (distal) (figura 5-11C). La base de cada metatarsiano es el extremo proximal, de mayor tamaño. Las bases se articulan con los huesos cuneiformes y cuboides; las cabezas se articulan con las falanges proximales. Las bases de los metatarsianos 1.° y 5.° tienen grandes tuberosidades que proporcionan inserción tendinosa; la **tuberosidad del 5.° metatarsiano** se proyecta lateralmente sobre el cuboides. En la cara plantar de la cabeza del 1.^er^ metatarsiano se observan **huesos sesamoideos medial** y **lateral** prominentes (no se muestran); se encuentran incluidos en los tendones que pasan a lo largo de la cara plantar (v. la siguiente sección sobre anatomía de superficie).

FALANGES

De las 14 **falanges** que existen, el 1.^er^ dedo (dedo gordo) tiene dos (proximal y distal) y los otros cuatro dedos tienen tres falanges cada uno: proximal, media y distal (fig. 5-11A y D). Cada una de las **falanges** consta de una **base** (proximal), un **cuerpo** y una **cabeza** (distal). Las falanges del 1.^er^ dedo son cortas, anchas y fuertes. Las falanges media y distal del 5.° dedo pueden fusionarse en las personas ancianas.

Anatomía de superficie de los huesos del pie

La *cabeza del astrágalo* se palpa anteromedial a la parte proximal del maléolo lateral cuando el pie está invertido, y anterior al maléolo medial cuando el pie está en eversión (fig. 5-12A). La eversión del pie hace que la cabeza del astrágalo sea más prominente a medida que se separa del navicular. La cabeza del astrágalo ocupa el espacio entre el sustentáculo del astrágalo y la tuberosidad del navicular. Si resulta difícil palpar la cabeza del astrágalo, se trazará una línea desde el vértice del maléolo medial hasta la tuberosidad del navicular; la cabeza del astrágalo se encuentra en profundidad a la altura del centro de esa línea. Cuando el pie está en flexión plantar, la cara superior del cuerpo del astrágalo puede palparse en la cara anterior del tobillo, por delante del extremo inferior de la tibia.

La *apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo,* que soporta el peso corporal, es ancha y grande en la cara plantar del pie (fig. 5-12D), pero a menudo no se palpa debido a la piel y el tejido subcutáneo que la cubre. El *sustentáculo del astrágalo* es la única parte de la cara medial del calcáneo que puede palparse como una pequeña prominencia a una distancia aproximada de un través de dedo distal al vértice del maléolo medial. Toda la cara lateral del calcáneo es subcutánea. La *tróclea peroneal,* una pequeña extensión lateral del calcáneo, puede detectarse como un pequeño tubérculo en la cara lateral del calcáneo, anteroinferior al vértice del maléolo lateral (fig. 5-12).

La palpación de los relieves óseos en la cara plantar del pie suele ser difícil, debido al grosor de la piel, la fascia y las almohadillas grasas. Cuando se mueve de forma pasiva el dedo gordo, puede notarse el deslizamiento de los *huesos sesamoideos* medial y lateral por debajo de la cabeza del 1.^er^ metatarsiano. Las *cabezas*

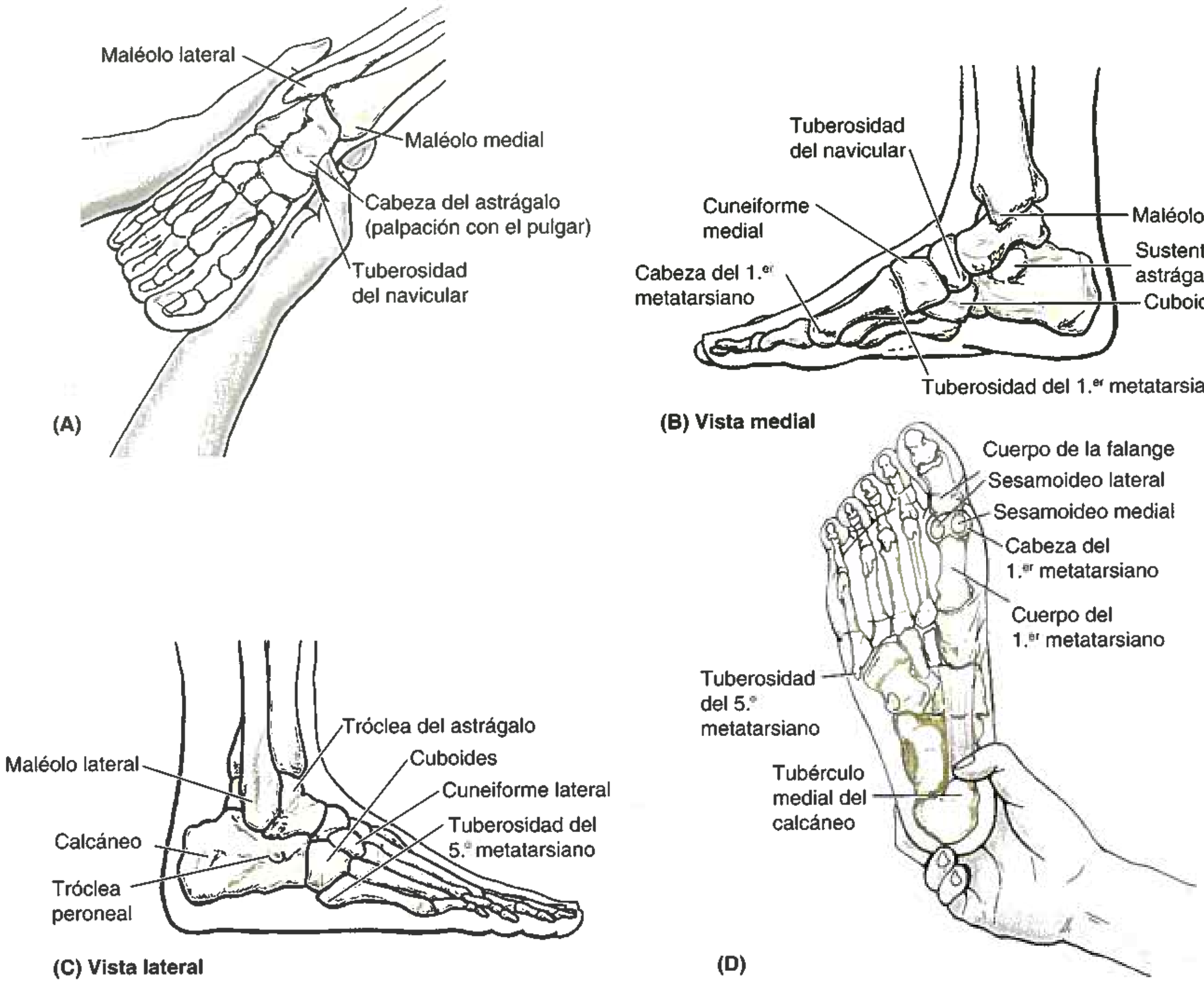

Maléolo lateral
Maléolo medial
Cabeza del astrágalo (palpación con el pulgar)
Tuberosidad del navicular
(A)
Tuberosidad del navicular
Cuneiforme medial
Cabeza del 1.er metatarsiano
Maléolo medial
Sustentáculo del astrágalo
Cuboides
Tuberosidad del 1.er metatarsiano
(B) Vista medial
Cuerpo de la falange
Sesamoideo lateral
Sesamoideo medial
Cabeza del 1.er metatarsiano
Cuerpo del 1.er metatarsiano
Tuberosidad del 5.º metatarsiano
Tubérculo medial del calcáneo
(D)
Tróclea del astrágalo
Cuboides
Cuneiforme lateral
Tuberosidad del 5.º metatarsiano
Maléolo lateral
Calcáneo
Tróclea peroneal
(C) Vista lateral

FIGURA 5-12. **Proyección superficial y palpación de los relieves óseos del pie.**

de los metatarsianos pueden palparse colocando el pulgar sobre sus caras plantares y el dedo índice sobre sus caras dorsales. Si hay *callos* (engrosamientos de la capa de queratina de la epidermis) resulta difícil palpar las cabezas de los metatarsianos.

La *tuberosidad del 5.º metatarsiano* forma un relieve de referencia en la cara lateral del pie (fig. 5-12C y D), que puede palparse fácilmente en el punto medio del borde lateral del pie. Los *cuerpos de los metatarsianos y falanges* pueden palparse en el dorso del pie, entre los tendones de los extensores.

El *cuboides* puede palparse en la cara lateral del pie, posterior a la base del 5.º metatarsiano. El *cuneiforme medial* puede palparse entre la tuberosidad del navicular y la base del 1.er metatarsiano (fig. 5-12B). La *cabeza del 1.er metatarsiano* forma un relieve en la cara medial del pie. La *tuberosidad del navicular* se ve y se palpa fácilmente sobre la cara medial del pie (fig. 5-12B), en una localización inferoanterior con respecto al vértice del maléolo medial. El cuboides y los cuneiformes son difíciles de identificar individualmente por palpación.

HUESOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Lesiones del miembro inferior

Las lesiones más frecuentes del miembro inferior se producen en la rodilla, la pierna y el pie; las lesiones de las caderas constituyen incluso menos del 3 %. En general, la mayoría de las lesiones se producen por un traumatismo agudo durante la práctica de deportes de contacto, como el hockey y el fútbol, así como por sobrecarga en la práctica de deportes de resistencia, como las carreras de maratón.

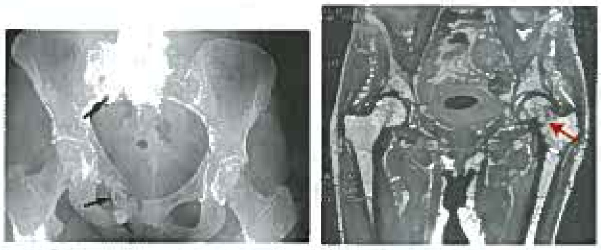
Los adolescentes son los más propensos a sufrir estas lesiones, debido a las exigencias de los deportes sobre un aparato locomotor que está madurando. Los moldes cartilaginosos de los huesos de los miembros inferiores en desarrollo se transforman en hueso por un proceso de osificación endocondral (fig. 5-2E y F). Dado que este proceso no finaliza hasta los primeros años de la edad adulta, las láminas epifisarias cartilaginosas perduran durante los años de la adolescencia, cuando la actividad física suele ser máxima y es habitual la práctica de deportes de competición.

Las **láminas (placas) epifisarias** son discos de cartílago hialino que se encuentran entre la metáfisis y la epífisis de un hueso largo definitivo (maduro), que permiten que el hueso crezca longitudinalmente. Durante los estirones del crecimiento, los huesos crecen realmente más rápido que los músculos que están insertados. La tensión combinada sobre las láminas epifisarias debida a la actividad física y al crecimiento rápido produce irritación y lesión de las láminas y del hueso en desarrollo (*osteocondrosis*).

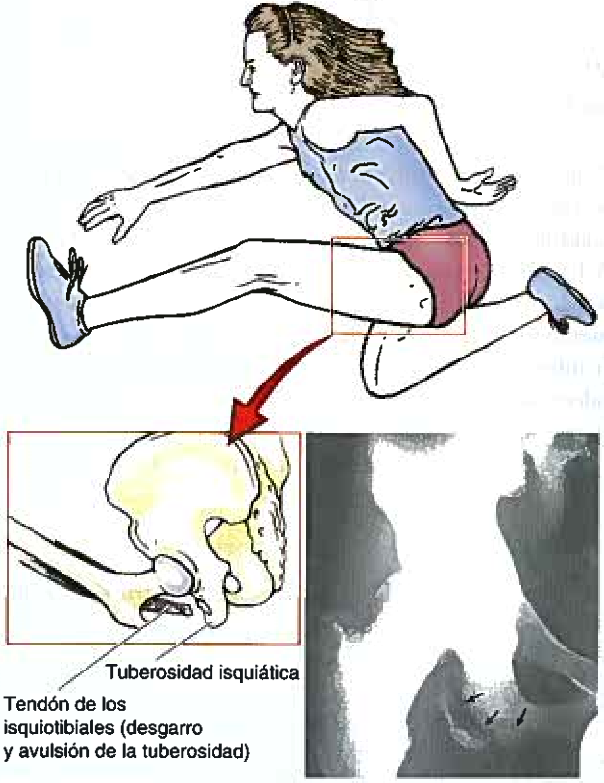
Traumatismos del hueso coxal

Las fracturas del hueso coxal se denominan *fracturas pélvicas* (v. el cuadro azul «Fracturas de la pelvis», p. 335). El término *fractura de la cadera* se suele aplicar (de forma inadecuada) a las fracturas de la cabeza, el cuello o los trocánteres femorales.

Las **fracturas por avulsión del hueso coxal** pueden producirse durante la práctica de deportes que requieren fuerzas de aceleración o desaceleración súbitas, como en las carreras de velocidad o las patadas del rugby, el fútbol, las carreras de obstáculos, el baloncesto y las artes marciales (fig. C5-1). Una pequeña parte del hueso, junto con una porción de tendón o ligamento unido a él, es «avulsionado» (arrancado). Estas fracturas se producen en las **apófisis** (proyecciones óseas que carecen de centros de osificación secundarios). Las fracturas por avulsión se producen allí donde se insertan músculos: las espinas ilíacas anteriores superior o inferior, las tuberosidades isquiáticas y las ramas isquiopubianas.


(A) Fractura de pelvis (radiografía)

(B) Fractura de cadera (fractura del cuello del fémur izquierdo) – RM


Tuberosidad isquiática
Tendón de los isquiotibiales (desgarro y avulsión de la tuberosidad)

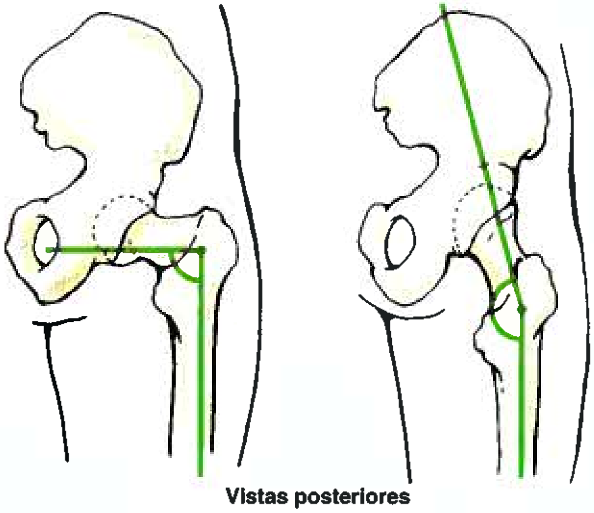
(C) Avulsión del tendón

(D) Fractura pélvica con avulsión en un adolescente deportista de competición

FIGURA C5-1.

Coxa vara y coxa valga

El ángulo de inclinación entre el eje longitudinal del cuello y el cuerpo del fémur (fig. 5-7C a E) varía con la edad, el sexo y el desarrollo del fémur (p. ej., un defecto congénito en la osificación del cuello del fémur). También puede cambiar a causa de cualquier proceso patológico que debilite el cuello del fémur (p. ej., raquitismo). Cuando el ángulo de inclinación disminuye, la afección se denomina **coxa vara** (fig. C5-2A); cuando el ángulo aumenta, se denomina **coxa valga** (fig. C5-2B). El término *«vara»* o *«varus»* es un adjetivo latino que describe cualquier hueso o articulación de un miembro que está deformado de modo que el componente distal (el cuerpo del fémur en relación con el cuello femoral, en este caso) se desvía hacia la línea media. Por el contrario, el término *«valga»* o *«valgus»* describe un hueso o una articulación de un miembro que está deformado de modo que el componente distal se aleja de la línea media. La coxa vara causa un leve acortamiento del miembro inferior y limita la abducción pasiva de la cadera.



(A) Coxa vara (disminución del ángulo de inclinación)

(B) Coxa valga (aumento del ángulo de inclinación)

FIGURA C5-2.

Deslizamiento epifisario de la cabeza del fémur

En los niños mayores y los adolescentes (10-17 años), la epífisis de la cabeza del fémur puede alejarse del cuello del fémur a causa de la debilidad de la lámina epifisaria. Esta lesión puede deberse a un traumatismo agudo o a microtraumatismos de repetición que causan fuerzas de cizallamiento sobre la epífisis, especialmente con la abducción y la rotación lateral del muslo. La epífisis suele deslizarse lentamente y causa una *coxa vara* progresiva. El síntoma inicial habitual de la lesión es un malestar en la cadera que puede referirse hasta la rodilla. Para confirmar el diagnóstico de un deslizamiento epifisario de la cabeza del fémur suele ser necesario el estudio radiográfico del extremo superior del fémur.

Fracturas del fémur

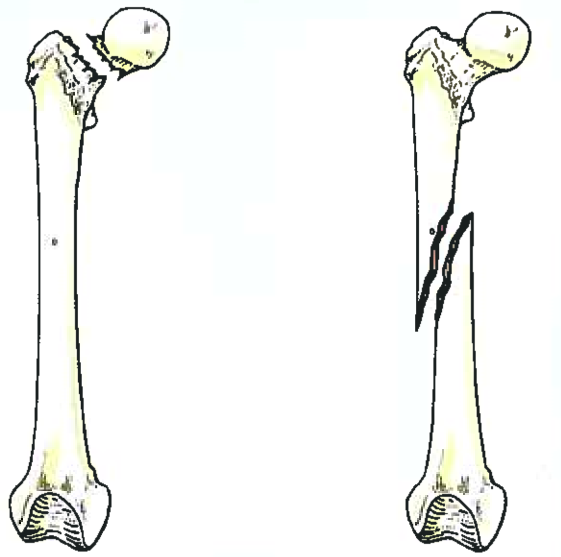
A pesar de su gran tamaño y resistencia, el fémur sufre fracturas habitualmente. El tipo de fractura que se produce suele estar relacionado con la edad e incluso con el sexo. La fractura del cuello del fémur es la más frecuente, debido a que es la parte más estrecha y débil del hueso, y a que se encuentra formando un importante ángulo con respecto a la línea de soporte del peso del cuerpo (fuerza de gravedad). Con la edad, su vulnerabilidad aumenta, especialmente en las mujeres a causa de la *osteoporosis*.

Las fracturas de la porción proximal del fémur pueden producirse en diversas localizaciones; dos ejemplos son las transcervicales (parte media del cuello) y las intertrocantéreas (fig. C5-3). Estas fracturas suelen deberse a un traumatismo indirecto (tropezar o descender con fuerza, como de un bordillo o un escalón). Debido al ángulo de inclinación, estas fracturas son inestables y se produce *impactación* (cabalgamiento de los fragmentos, con acortamiento del miembro). El espasmo muscular también contribuye al acortamiento del miembro.

Las *fracturas intracapsulares* (que se producen en el interior de la cápsula de la articulación de la cadera) se complican por la degeneración de la cabeza del fémur a causa del traumatismo vascular (v. el cuadro azul «Fracturas del cuello del fémur», p. 659, y «Artroplastia de cadera», p. 660).

Las *fracturas del trocánter mayor y del cuerpo del fémur* suelen deberse a un traumatismo directo (impactos directos que sufre el hueso, por caídas o golpes), y son las más frecuentes durante los años de mayor actividad. Con frecuencia se producen en accidentes de automóvil, así como durante la práctica de deportes como el esquí y el alpinismo. En algunos casos se produce una fractura espiroidea del cuerpo del fémur, que causa un acortamiento cuando los fragmentos se superponen, o la fractura puede ser conminuta (múltiples fragmentos de fractura), con desplazamiento de los fragmentos en varias direcciones, a causa de la tracción muscular y dependiendo del nivel de la fractura. La consolidación de este grave tipo de fractura puede tardar hasta un año.

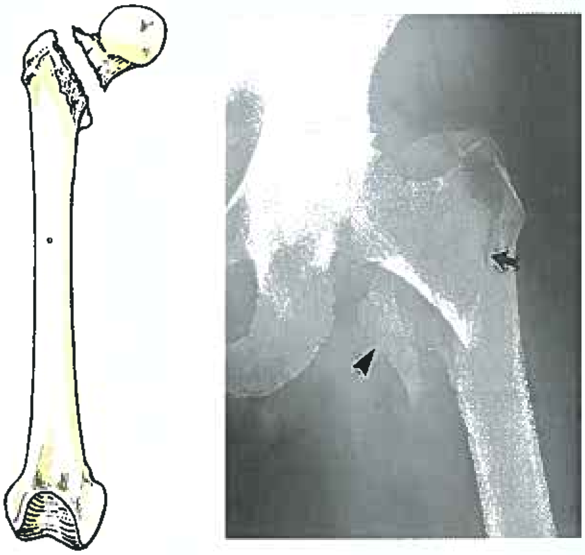
Las *fracturas de la porción distal del fémur* pueden complicarse por la separación de los cóndilos, lo que provoca una alteración de la alineación de las caras articulares en la articulación de la rodilla, o por hemorragia de la gran arteria poplítea que discurre directamente sobre la cara posterior del hueso. Esta fractura compromete la irrigación de la pierna (algo que siempre debe tenerse en cuenta en las fracturas o luxaciones de la rodilla).



(A) Fractura transcervical del cuello del fémur

(B) Fractura espiroidea

A-C Vistas anteriores



(C) Fractura intertrocantérea

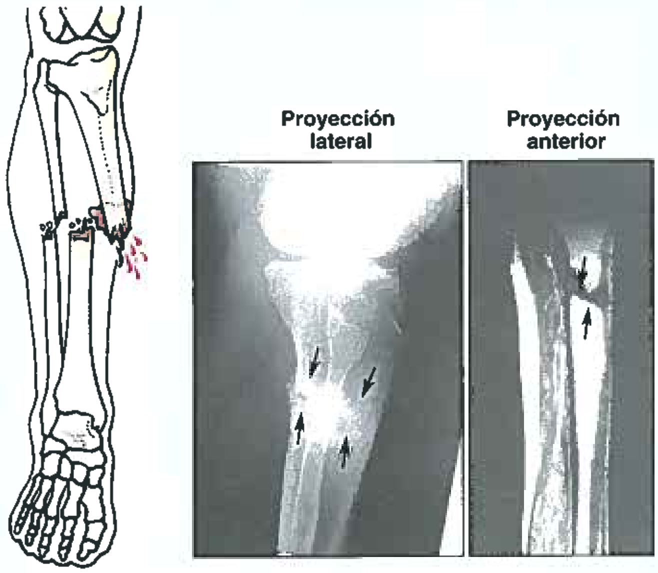
(D) Fractura intertrocantérea conminuta de la parte proximal del fémur izquierdo

FIGURA C5-3.

Fracturas de la tibia

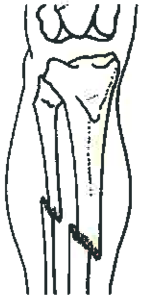
El cuerpo de la tibia es más estrecho en la unión de sus tercios inferior y medio, que es el lugar de fractura más frecuente. Desgraciadamente, esta zona del hueso es también la que tiene una peor irrigación. Como su cara anterior es subcutánea, el cuerpo de la tibia es la localización más frecuente de *fracturas abiertas* (fig. C5-4A). Las fracturas abiertas de la tibia pueden deberse también a un traumatismo directo (p. ej., una «fractura del parachoques», causada cuando el parachoques de un automóvil golpea la pierna). La fractura de la tibia a través del conducto nutricio predispone a la no unión de los fragmentos óseos a causa de la lesión de la arteria nutricia.

Las *fracturas transversas por sobrecarga* del tercio inferior de la tibia (fig. C5-4B) son habituales en las personas que realizan grandes caminatas antes de estar preparadas para esta actividad. La sobrecarga puede fracturar la cortical anterior de la tibia. La violencia indirecta aplicada sobre el cuerpo de la tibia cuando el hueso gira con el pie fijo durante una caída puede producir una fractura (p. ej., cuando una persona sufre un bloqueo en el rugby).

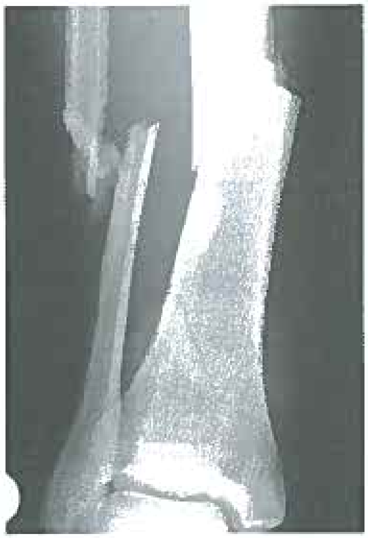


(A) Fractura compuesta (abierta) con hemorragia externa

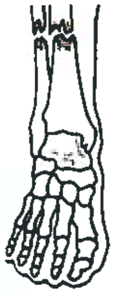
(B) Fractura por sobrecarga de la tibia *(flechas)*, más evidente en la imagen de RM de la derecha



(C) Fractura diagonal con acortamiento



(E) Fractura transversa «por encima de la bota» con acortamiento por cabalgamiento de los fragmentos de fractura



(D) Fractura transversa «por encima de la bota»

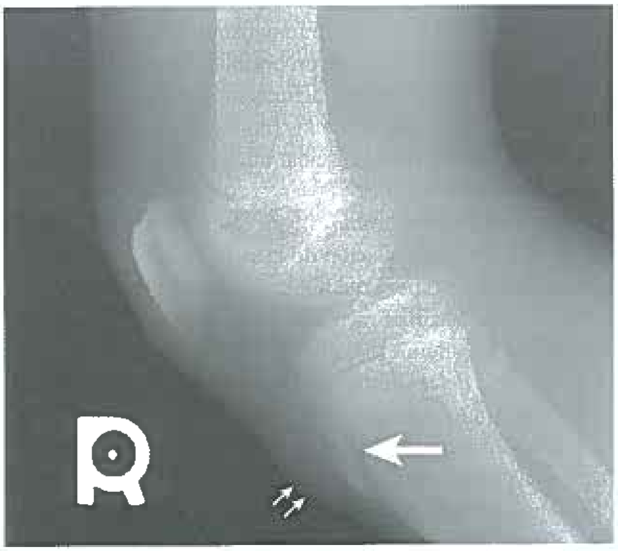
A-E Vistas anteriores

FIGURA C5-4.

Además, una torsión importante durante la práctica del esquí puede causar una *fractura en diagonal* (fig. C5-4C) del cuerpo de la tibia, en la unión de los tercios inferior y medio, así como una *fractura del peroné*. Las fracturas en diagonal suelen asociarse a un acortamiento del miembro, por el encabalgamiento de los fragmentos de fractura. Con frecuencia, durante la práctica del esquí se produce una fractura por una caída hacia delante a gran velocidad, que angula la pierna sobre la rígida bota de esquí, produciendo una fractura «por encima de la bota» (fig. C5-4D y E).

Fracturas que afectan a las láminas epifisarias

El centro de osificación primario del extremo superior de la tibia aparece poco después del nacimiento, y une el cuerpo de la tibia durante la adolescencia (generalmente a los 16-18 años). Las fracturas de la tibia en los niños son más graves cuando afectan a las láminas epifisarias, porque puede verse afectado el crecimiento normal continuo del hueso. La tuberosidad de la tibia suele formarse por el crecimiento óseo inferior a partir del centro epifisario superior, aproximadamente a la edad de 10 años, pero puede aparecer un centro aparte para la tuberosidad de la tibia aproximadamente a los 12 años. La rotura de la lámina epifisaria en la tuberosidad de la tibia puede causar inflamación de ésta y dolor crónico recidivante durante la adolescencia (*enfermedad de Osgood-Schlatter*), en especial en los deportistas jóvenes (fig. C5-5).



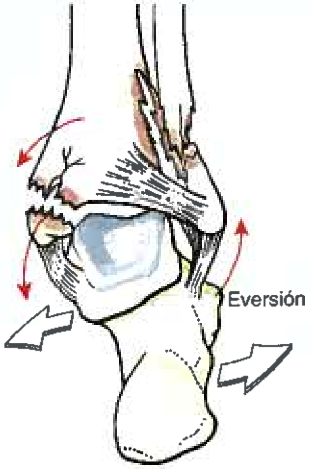
Enfermedad de Osgood-Schlatter

FIGURA C5-5. **Tuberosidad de la tibia *(doble flecha)* alargada y fragmentada *(flecha única)*, con inflamación de los tejidos suprayacentes.**

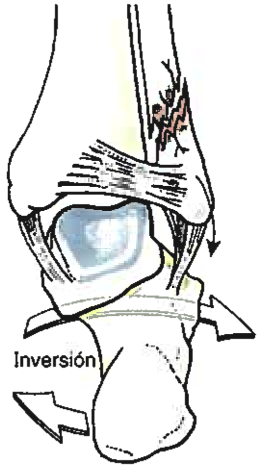
Fracturas del peroné

Las *fracturas del peroné* suelen producirse unos 2-6 cm proximales con respecto al extremo distal del maléolo lateral, y a menudo se asocian a *fracturas-luxaciones de la articulación talocrural*, que se combinan con fracturas de la tibia (fig. C5-6B). Cuando una persona resbala y fuerza el pie hacia una posición invertida exagerada, los ligamentos del tobillo se desgarran, forzando al astrágalo a inclinarse contra el maléolo lateral, lo que provoca el cizallamiento de éste (fig. C5-6).

Las *fracturas de los maléolos lateral y medial* son relativamente frecuentes en los jugadores de fútbol y baloncesto. Las fracturas del peroné pueden ser dolorosas por la rotura de inserciones musculares. Se afecta la ambulación, por el papel que desempeña el hueso en la estabilidad del tobillo.



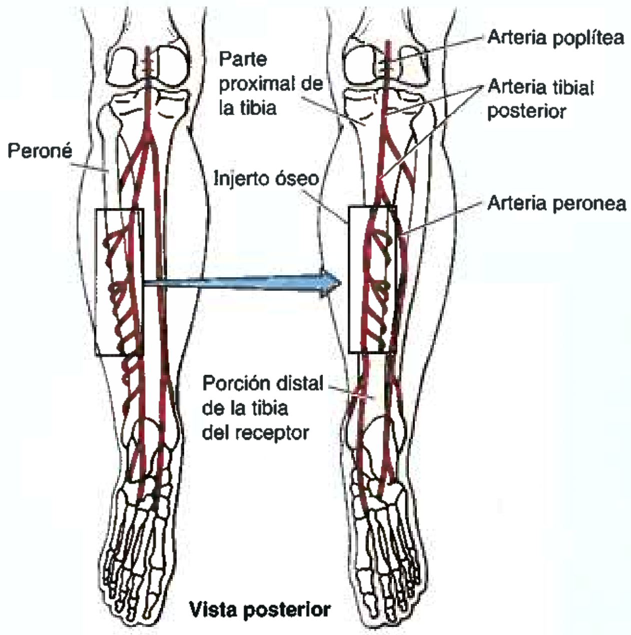
(A) Fracturas de la tibia y el peroné



(B) Fractura peroneal con inversión excesiva del pie

Vistas posteriores

FIGURA C5-6.



Sección del peroné izquierdo injertado en la tibia derecha

FIGURA C5-7.

Injertos óseos

Si una parte de un hueso importante se destruye por lesión o enfermedad, el miembro puede perder su utilidad. La reposición del segmento afectado mediante un trasplante óseo puede evitar la amputación. El peroné es una fuente habitual de hueso para injertos. Incluso después de haberse extirpado una porción del cuerpo del peroné, la marcha, la carrera o el salto pueden ser normales.

Se han utilizado injertos libres de peroné vascularizado para restaurar la integridad esquelética de miembros (superiores e inferiores) en los cuales existían anomalías óseas congénitas, así como para sustituir segmentos óseos tras un traumatismo o la extirpación de un tumor maligno (fig. C5-7). Las partes restantes del peroné no suelen regenerarse, ya que el periostio y la arteria nutricia suelen extirparse con el fragmento de hueso para que el injerto siga vivo y crezca cuando se trasplante a otra localización. Una vez asegurado en su nueva ubicación, el segmento de peroné restablece la irrigación del hueso al que ha sido unido. El proceso de consolidación es similar al que tendría lugar si se hubiera producido una fractura en cada uno de sus extremos.

Es importante conocer la localización del agujero nutricio del peroné cuando se realizan trasplantes de injertos libres de peroné vascularizado. Como este agujero se localiza en el tercio medio del hueso en la mayoría de los casos, se utiliza este segmento óseo para el trasplante cuando el injerto debe incluir un aporte sanguíneo para la cavidad medular, así como para el hueso compacto de la superficie (a través del periostio).

Debido a su amplia localización subcutánea, se puede acceder a la cara anterior de la tibia para obtener fragmentos óseos para injertos en niños; también se utiliza como punto de *infusión intramedular* en los niños con deshidratación y shock.

Fracturas del calcáneo

Una fuerte caída sobre el talón (p. ej., desde una escalera) puede fracturar el calcáneo en varios fragmentos, produciendo una *fractura conminuta* (fig.C5-8A). La fractura del calcáneo suele ser incapacitante porque interrumpe la articulación subastragalina (astragalocalcánea), donde el astrágalo se articula con el calcáneo.

Fracturas del cuello del astrágalo

Las fracturas del cuello del astrágalo (fig. C5-8B) pueden producirse durante fuertes flexiones dorsales del tobillo (p. ej., cuando una persona ejerce una presión extremadamente fuerte sobre el pedal del freno en una colisión frontal de un vehículo). En algunos casos, el cuerpo del astrágalo se luxa posteriormente.

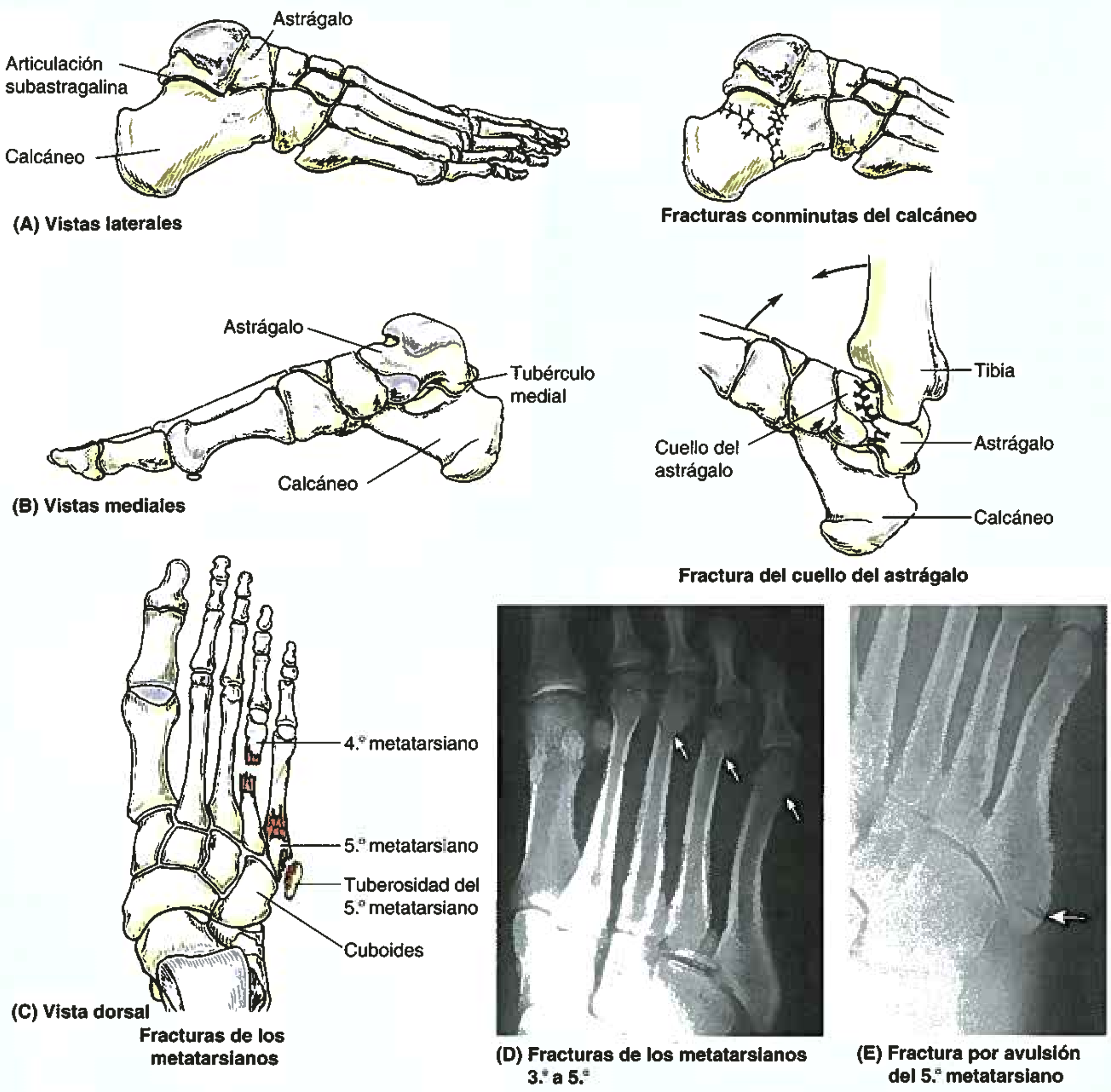

Astrágalo
Articulación subastragalina
Calcáneo
(A) Vistas laterales
Fracturas conminutas del calcáneo
Astrágalo
Tubérculo medial
Calcáneo
(B) Vistas mediales
Tibia
Cuello del astrágalo
Astrágalo
Calcáneo
Fractura del cuello del astrágalo
4.° metatarsiano
5.° metatarsiano
Tuberosidad del 5.° metatarsiano
Cuboides
(C) Vista dorsal
Fracturas de los metatarsianos
(D) Fracturas de los metatarsianos 3.° a 5.°
(E) Fractura por avulsión del 5.° metatarsiano

FIGURA C5-8.

Fracturas de los metatarsianos

Las fracturas de los metatarsianos se producen cuando un objeto pesado cae sobre el pie, por ejemplo, o cuando éste es atropellado por un objeto pesado, como una rueda metálica (fig. C5-8C y D). Las fracturas de estos huesos también son frecuentes en los bailarines, especialmente en las bailarinas de ballet que utilizan la técnica de *demi-pointe*. La *fractura del bailarín* suele producirse cuando éste pierde el equilibrio y apoya todo el peso del cuerpo sobre el metatarsiano, con lo que el hueso se fractura. Las *fracturas por sobrecarga de los metatarsianos* pueden deberse a caminatas prolongadas. Suelen ser fracturas transversas, causadas por cargas de repetición sobre los metatarsianos.

Cuando el pie se invierte de forma repentina y violenta, la tuberosidad del 5.° metatarsiano puede sufrir avulsión (arrancamiento) por el tendón del músculo peroneo corto. La *fractura con avulsión de la tuberosidad del 5.° metatarsiano* (fig. C5-8C y E) es frecuente en los jugadores de baloncesto y tenis. Es una lesión que se asocia a un tobillo con un grave esguince que produce dolor y edema en la base del 5.° metatarsiano.

Hueso trígono

Durante la osificación del astrágalo, el centro de osificación secundario, que se convierte en el tubérculo lateral del astrágalo, a veces no se une con el cuerpo del astrágalo. Este fallo puede deberse al estrés (flexión plantar forzada) aplicado durante los años de la adolescencia. En ocasiones, un centro parcialmente o incluso totalmente osificado puede fracturarse y provocar una falta de unión. Uno u otro caso pueden dar lugar a un huesecillo accesorio, denominado **hueso trígono,** que se observa en el 14 % al 25 % de los adultos, con mayor frecuencia en ambos pies (fig. C5-9). Tiene una mayor incidencia entre los jugadores de fútbol y los bailarines de ballet.

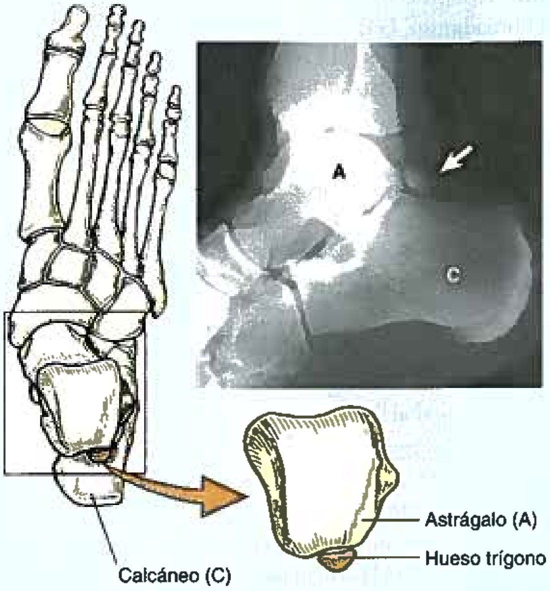
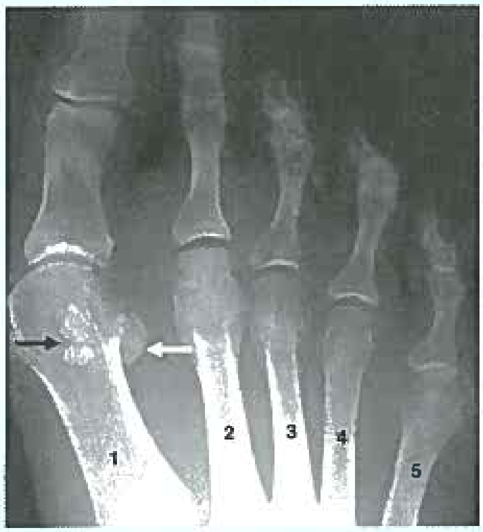


FIGURA C5-9.

Fractura de los huesos sesamoideos

Los huesos sesamoideos del dedo gordo (fig. 5-8D) en el tendón del flexor largo del dedo gordo soportan el peso corporal, especialmente durante la última fase de apoyo de la marcha. Estos huesos se desarrollan antes del nacimiento y se osifican durante los últimos años de la infancia. La *fractura de los huesos sesamoideos* puede deberse a una lesión por aplastamiento (fig. C5-10).



Flecha negra: hueso sesamoideo fracturado
Flecha blanca: hueso sesamoideo normal
Metatarsianos 1-5

FIGURA C5-10.

Puntos fundamentales

HUESOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Hueso coxal. Formado por la unión de tres huesos primarios (ilion, isquion y pubis), los huesos coxales están unidos por el sacro posteriormente y entre sí anteriormente (en la sínfisis del pubis), para formar la cintura pélvica. ♦ Cada hueso coxal recibe la mitad del peso de la parte superior del cuerpo en bipedestación, y todo él periódicamente durante la marcha. ♦ Las porciones gruesas del hueso son las que transfieren el peso al fémur. ♦ Las porciones delgadas del hueso proporcionan una amplia superficie para la inserción de músculos potentes que mueven el fémur. ♦ La cintura pélvica rodea y protege las vísceras pélvicas, particularmente los órganos de la reproducción.

Fémur. Durante el desarrollo, el hueso de mayor tamaño del cuerpo, el fémur, ha desarrollado una curva (ángulo de inclinación) y ha girado (rotación medial y torsión, de forma que la rodilla y todas las articulaciones inferiores a ella flexionan posteriormente), para acomodar nuestra postura erecta y posibilitar la ambulación y la carrera bípedas. ♦ El ángulo de inclinación y la inserción de los músculos abductores y rotadores en el trocánter mayor permiten una mayor palanca, la colocación superior de los abductores y la orientación oblicua del fémur en el muslo. ♦ Combinados con el ángulo de torsión, los movimientos de rotación oblicua en la articulación de la cadera se convierten en movimientos de flexión-extensión y de abducción-aducción (en los planos sagital y frontal, respectivamente), así como de rotación.

Tibia y peroné. El segundo hueso de mayor tamaño, la tibia, es una columna vertical que sostiene el peso de todo lo que se encuentra por encima de ella. ♦ El delgado peroné no soporta peso, pero junto con la membrana interósea, que lo une a la tibia, actúa como accesorio de la tibia, proporcionando una superficie adicional para la inserción muscular y formando la cavidad de la articulación talocrural. ♦ Durante el desarrollo, ambos huesos han pasado a estar permanentemente en pronación, con el fin de proporcionar un apoyo estable y facilitar la locomoción.

Huesos del pie. Los principales huesos del pie forman una unidad funcional que permite distribuir el peso sobre una amplia plataforma y mantener el equilibrio en bipedestación, facilitar la acomodación y el ajuste a las variaciones del terreno, y absorber el impacto. ♦ También transfieren el peso corporal desde el talón hacia el antepié, cuando se necesita para andar o correr.

FASCIAS, VENAS, LINFÁTICOS, VASOS EFERENTES Y NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Tejido subcutáneo y fascias

El **tejido subcutáneo** (fascia superficial) se sitúa en profundidad con respecto a la piel (fig. 5-13) y está formado por tejido conectivo laxo que contiene una cantidad variable de grasa, nervios cutáneos, venas superficiales (venas safenas mayor y menor y sus tributarias), vasos linfáticos y nódulos linfáticos.

El tejido subcutáneo de la cadera y el muslo se continúa con el de la parte inferior de la pared anterolateral del abdomen y el de la nalga. En la rodilla, el tejido subcutáneo pierde su grasa y se mezcla con la fascia profunda, si bien la grasa está de nuevo presente en el tejido subcutáneo de la pierna.

La **fascia profunda del miembro inferior** es especialmente fuerte y envuelve el miembro a modo de media elástica (fig. 5-13A y B). Esta fascia limita la expansión hacia fuera de los músculos que se contraen, haciendo que la contracción muscular sea más eficaz en la compresión de las venas para impulsar la sangre hacia el corazón.

FASCIA LATA

La fascia profunda del muslo se denomina *fascia lata* (del latín *lata*, ancha). Superiormente, la fascia lata se une y se continúa con:

- El ligamento inguinal, el arco del pubis, el cuerpo del pubis y el tubérculo del pubis anteriormente.
- La capa membranosa de tejido subcutáneo (fascia de Scarpa) de la parte inferior de la pared abdominal, que también se une a la fascia lata a una distancia aproximada de un través de dedo inferior al ligamento inguinal.
- La cresta ilíaca, lateralmente y posteriormente.
- El sacro, el cóccix, el ligamento sacrotuberoso y la tuberosidad isquiática/rama isquiopubiana, posteriormente y medialmente.

Inferiormente, la fascia lata se une y se continúa con:

- Las partes expuestas de los huesos alrededor de la rodilla.
- La fascia profunda de la pierna, por debajo de la rodilla.

La fascia lata es fundamental, ya que envuelve los grandes músculos del muslo, sobre todo lateralmente, cuando se engruesa y se refuerza con fibras longitudinales adicionales para formar el **tracto iliotibial** (fig. 5-13B). Esta banda ancha de fibras es también la aponeurosis de los músculos tensor de la fascia lata y glúteo mayor. El tracto iliotibial se extiende desde el tubérculo ilíaco hasta el **tubérculo anterolateral de la tibia** (*tubérculo de Gerdy*).

Los músculos del muslo están separados en tres compartimientos: anterior, medial y posterior. Las paredes de estos compartimientos están formadas por la fascia lata y tres tabiques intermusculares fasciales, que se originan en la cara profunda de la fascia lata y se insertan en la línea áspera del fémur (fig. 5-13D). El **tabique intermuscular lateral** es especialmente fuerte; los otros dos tabiques son relativamente débiles. El tabique intermuscular lateral se extiende profundamente desde el tracto iliotibial hacia el labio lateral de la línea áspera y la línea supracondílea lateral del fémur. Este tabique proporciona un plano entre nervios a los cirujanos que necesitan una amplia exposición del fémur.

El **hiato safeno** es una abertura en la fascia lata (fig. 5-13A), inferior a la porción medial del ligamento inguinal, unos 4 cm inferolateral al tubérculo del pubis. El hiato safeno suele medir unos 3,75 cm de longitud y 2,5 cm de ancho, y su eje longitudinal es vertical. Su borde medial es liso, pero los bordes superior, lateral e inferior forman un borde agudo, semilunar, el **borde falciforme.** El borde falciforme se une al borde medial mediante tejido fibroadiposo, la **fascia cribiforme,** que es una capa membranosa localizada de tejido subcutáneo que se extiende sobre el hiato safeno, cerrándolo. El tejido conectivo está perforado por numerosos orificios, por los que pasan vasos linfáticos eferentes de los nódulos linfáticos inguinales superficiales, y por la vena safena mayor y sus tributarias. Tras pasar por el hiato safeno y la fascia cribiforme, la *vena safena mayor* desemboca en la vena femoral (fig. 5-13A). Los vasos linfáticos desembocan en los nódulos linfáticos inguinales profundos.

FASCIA PROFUNDA DE LA PIERNA

La **fascia profunda de la pierna,** o *fascia crural,* se une a los bordes anterior y medial de la tibia, donde se continúa con el periostio. Es una fascia gruesa en la parte proximal de la cara anterior de la pierna, donde forma parte de las inserciones proximales de los músculos subyacentes. Aunque en la parte distal es más delgada, la fascia profunda de la pierna forma bandas gruesas localizadas superior y anteriormente a la articulación talocrural, los **retináculos de los músculos extensores** (fig. 5-13A).

Los **tabiques intermusculares anterior** y **posterior** parten desde la cara profunda de la parte lateral de la fascia profunda de la pierna y se unen a los bordes correspondientes del peroné. La *membrana interósea* y los tabiques intermusculares dividen la pierna en tres compartimientos: anterior (flexor dorsal), lateral (peroneo) y posterior (flexor plantar) (fig. 5-13C). El **tabique intermuscular transverso** subdivide el compartimiento posterior, separando los músculos flexores plantares superficiales y profundos.

Drenaje venoso del miembro inferior

El miembro inferior posee venas superficiales y profundas; las venas superficiales se encuentran en el tejido subcutáneo, y las venas profundas se encuentran por debajo de la fascia profunda y acompañan a las arterias principales. Tanto las venas superficiales como las profundas tienen válvulas, si bien son más numerosas en las últimas.

VENAS SUPERFICIALES DEL MIEMBRO INFERIOR

Las dos venas superficiales principales del miembro inferior son las *venas safenas mayor y menor* (fig. 5-14A y B). La mayoría de las venas tributarias no tienen nombre.

La **vena safena mayor** se forma por la unión de la *vena dorsal del dedo gordo* y el *arco venoso dorsal del pie.* La vena safena mayor:

- Asciende anterior al maléolo medial.
- Pasa posterior al cóndilo medial del fémur (a una distancia aproximada del ancho de una mano posterior al borde medial de la rótula) (v. fig. 5-15A).

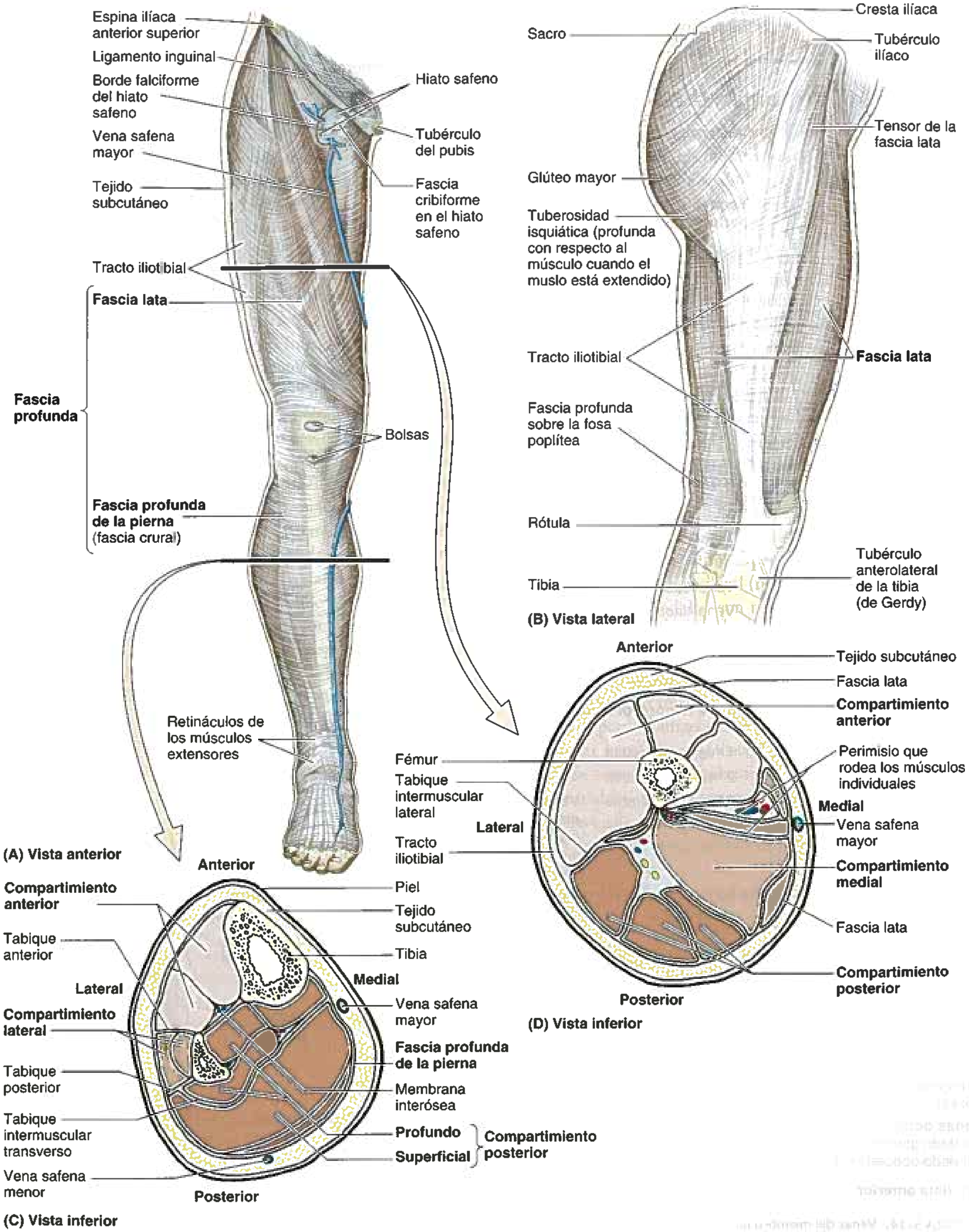
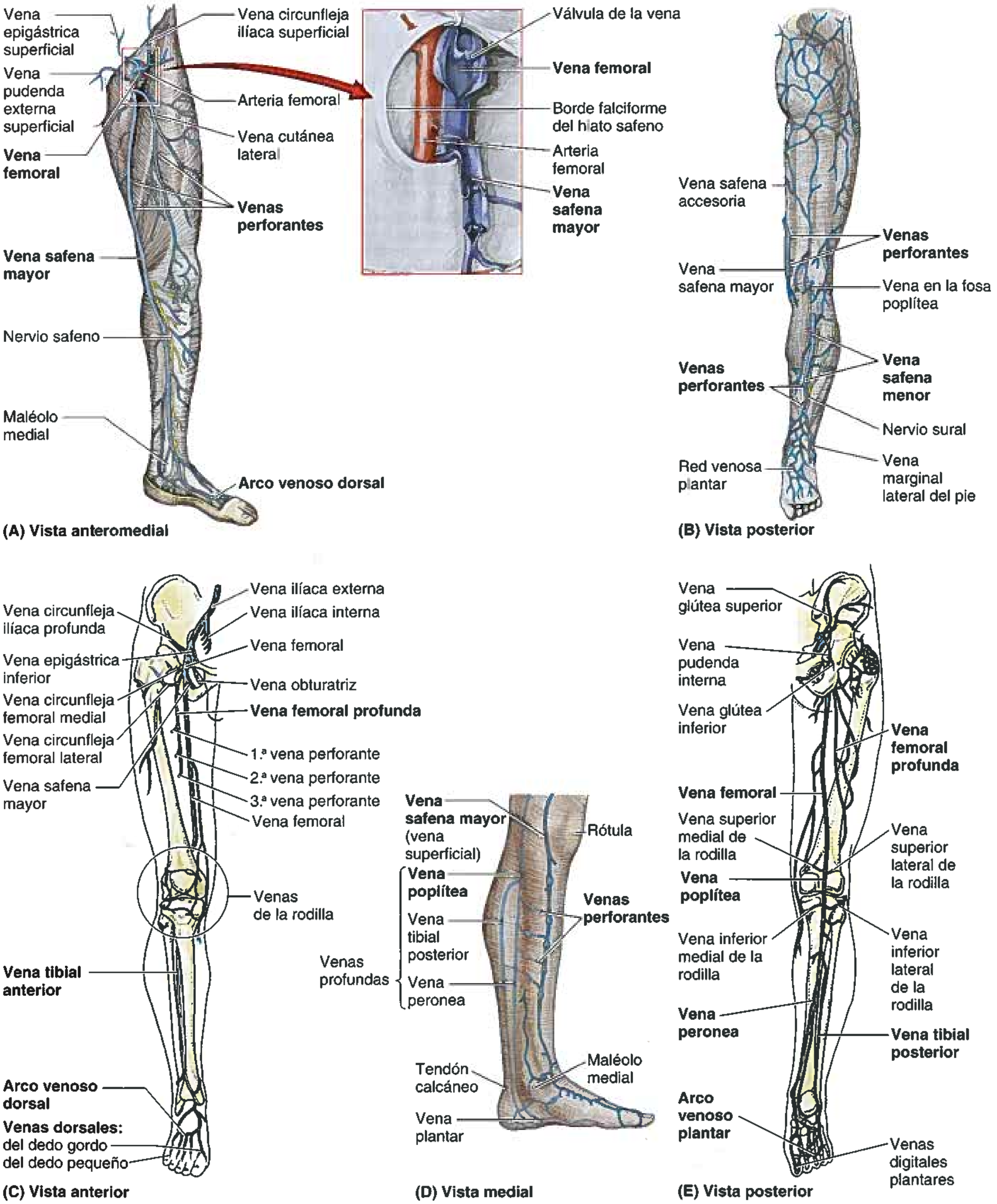

Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal
Borde falciforme del hiato safeno
Vena safena mayor
Tejido subcutáneo
Tracto iliotibial
Fascia lata
Fascia profunda
Fascia profunda de la pierna (fascia crural)
Hiato safeno
Tubérculo del pubis
Fascia cribiforme en el hiato safeno
Bolsas
Retináculos de los músculos extensores
(A) Vista anterior
Sacro
Cresta ilíaca
Tubérculo ilíaco
Tensor de la fascia lata
Glúteo mayor
Tuberosidad isquiática (profunda con respecto al músculo cuando el muslo está extendido)
Tracto iliotibial
Fascia lata
Fascia profunda sobre la fosa poplítea
Rótula
Tibia
Tubérculo anterolateral de la tibia (de Gerdy)
(B) Vista lateral
Anterior
Tejido subcutáneo
Fascia lata
Compartimiento anterior
Fémur
Tabique intermuscular lateral
Lateral
Tracto iliotibial
Perimisio que rodea los músculos individuales
Medial
Vena safena mayor
Compartimiento medial
Fascia lata
Compartimiento posterior
Posterior
(D) Vista inferior
Anterior
Compartimiento anterior
Tabique anterior
Lateral
Compartimiento lateral
Tabique posterior
Tabique intermuscular transverso
Vena safena menor
Piel
Tejido subcutáneo
Tibia
Medial
Vena safena mayor
Fascia profunda de la pierna
Membrana interósea
Profundo
Superficial
Compartimiento posterior
Posterior
(C) Vista inferior

FIGURA 5-13. Fascias, tabiques intermusculares y compartimientos fasciales del miembro inferior. A. Se ha retirado la piel y el tejido subcutáneo de la parte anterior para mostrar la fascia profunda. **B.** La fascia lata está reforzada lateralmente por fibras longitudinales del tracto iliotibial, el tendón aponeurótico común del glúteo mayor y el tensor de la fascia lata. **C** y **D.** Secciones transversales que muestran los compartimientos fasciales del muslo y la pierna, que contienen músculos que comparten funciones e inervación comunes.


Vena epigástrica superficial
Vena pudenda externa superficial
Vena femoral
Vena circunfleja ilíaca superficial
Arteria femoral
Vena cutánea lateral
Venas perforantes
Vena safena mayor
Nervio safeno
Maléolo medial
Arco venoso dorsal
Válvula de la vena
Vena femoral
Borde falciforme del hiato safeno
Arteria femoral
Vena safena mayor
Vena safena accesoria
Venas perforantes
Vena safena mayor
Vena en la fosa poplítea
Venas perforantes
Vena safena menor
Nervio sural
Red venosa plantar
Vena marginal lateral del pie
Vena circunfleja ilíaca profunda
Vena epigástrica inferior
Vena circunfleja femoral medial
Vena circunfleja femoral lateral
Vena safena mayor
Vena ilíaca externa
Vena ilíaca interna
Vena femoral
Vena obturatriz
Vena femoral profunda
1.ª vena perforante
2.ª vena perforante
3.ª vena perforante
Vena femoral
Venas de la rodilla
Vena tibial anterior
Arco venoso dorsal
Venas dorsales:
del dedo gordo
del dedo pequeño
Vena safena mayor (vena superficial)
Vena poplítea
Vena tibial posterior
Venas profundas
Vena peronea
Rótula
Venas perforantes
Tendón calcáneo
Maléolo medial
Vena plantar
Vena glútea superior
Vena pudenda interna
Vena glútea inferior
Vena femoral profunda
Vena femoral
Vena superior medial de la rodilla
Vena superior lateral de la rodilla
Vena poplítea
Vena inferior medial de la rodilla
Vena inferior lateral de la rodilla
Vena peronea
Vena tibial posterior
Arco venoso plantar
Venas digitales plantares

(A) Vista anteromedial

(B) Vista posterior

(C) Vista anterior

(D) Vista medial

(E) Vista posterior

FIGURA 5-14. Venas del miembro inferior. Las venas se dividen en superficiales (A y B) y profundas (C y E). Las venas superficiales, generalmente no acompañadas, discurren en el tejido subcutáneo; las venas profundas son internas a la fascia profunda y suelen acompañar a arterias. **A,** *recuadro.* Extremos proximales de las venas femoral y safena mayor, abiertos y expandidos para mostrar las válvulas. Aunque se representan como venas únicas en las imágenes **C** y **E,** las venas profundas suelen ser venas satélites dobles o múltiples. **D.** Venas perforantes múltiples que atraviesan la fascia profunda para desviar sangre desde las venas superficiales a las venas profundas.

- Se anastomosa libremente con la vena safena menor.
- Atraviesa el hiato safeno en la fascia lata.
- Desemboca en la vena femoral.

La vena safena mayor tiene 10 a 12 válvulas, que son más numerosas en la pierna que en el muslo. Estas válvulas suelen localizarse inmediatamente inferiores con respecto a las venas perforantes (fig. 5-14A), que también presentan válvulas.

Las **válvulas venosas** son cúspides (valvas) de endotelio con *senos valvulares* en forma de copa que se llenan desde arriba. Cuando están llenos, las cúspides de las válvulas ocluyen la luz de la vena, con lo que se impide el reflujo de sangre distalmente y el flujo es unidireccional. El mecanismo valvular también rompe la columna de sangre en la vena safena en segmentos más cortos, reduciendo la presión retrógrada. Ambos efectos facilitan que el *bombeo musculovenoso* (comentado en Introducción) supere la fuerza de gravedad para retornar la sangre al corazón.

A medida que asciende por la pierna y el muslo, la vena safena mayor recibe numerosas venas tributarias y se comunica en diversos puntos con la vena safena menor. Las tributarias de las caras medial y posterior del muslo se unen con frecuencia formando una **vena safena accesoria** (fig. 5-14B). Cuando existe, esta vena se convierte en la principal comunicación entre ambas venas safenas, mayor y menor.

Además, a partir de redes venosas de la parte inferior del muslo se originan vasos de tamaño considerable, las **venas cutáneas lateral** y **anterior,** que desembocan en la vena safena mayor superiormente, justo antes de que ésta desemboque en la vena femoral. Cerca de su terminación, la vena safena mayor también recibe las venas circunfleja ilíaca superficial, epigástrica superficial y pudendas externas (fig. 5-14A).

La **vena safena menor** se origina en la parte lateral del pie, de la unión de la *vena dorsal del dedo pequeño* con el *arco venoso dorsal* (fig. 5-14B y C). La vena safena menor:

- Asciende por detrás del maléolo lateral, como continuación de la vena marginal lateral.
- Pasa a lo largo del borde lateral del tendón calcáneo.
- Se inclina sobre la línea media del peroné y perfora la fascia profunda.
- Asciende entre las cabezas del músculo gastrocnemio.
- Desemboca en la vena poplítea, en la fosa poplítea.

Aunque las venas safenas reciben muchas venas tributarias, sus diámetros permanecen notablemente uniformes en su ascenso por el miembro inferior. Esto es así porque la sangre que reciben las venas safenas se desvía continuamente desde estas venas superficiales en el tejido subcutáneo hacia las venas profundas, internas con respecto a la fascia profunda, a través de muchas venas perforantes.

Las **venas perforantes** atraviesan la fascia profunda próximas a su origen en las venas superficiales, y contienen válvulas que permiten que la sangre fluya sólo desde las venas superficiales hacia las profundas. Las venas perforantes pasan a través de la fascia profunda en ángulo oblicuo, de modo que cuando los músculos se contraen y la presión aumenta en el interior de la fascia profunda, las venas perforantes se comprimen. La compresión de estas venas también impide el paso de la sangre desde las venas profundas a las superficiales. Este patrón de flujo sanguíneo venoso, de superficial a profundo, es importante para un retorno venoso adecuado desde el miembro inferior, ya que permite que las contracciones musculares impulsen la sangre hacia el corazón en contra de la fuerza de gravedad (**bomba musculovenosa;** v. fig. I-25, Introducción).

VENAS PROFUNDAS DEL MIEMBRO INFERIOR

Las venas profundas acompañan a todas las arterias principales y sus ramas. En lugar de encontrarse como una única vena, en los miembros (aunque a veces se dibujan como una y suele aludirse a ellas como únicas) las **venas satélites** suelen ser venas pares, frecuentemente conectadas entre sí, que flanquean a la arteria a que acompañan (fig. 5-14C y E). *Se encuentran en el interior de una vaina vascular con la arteria,* cuyas pulsaciones también ayudan a comprimir y movilizar la sangre de las venas.

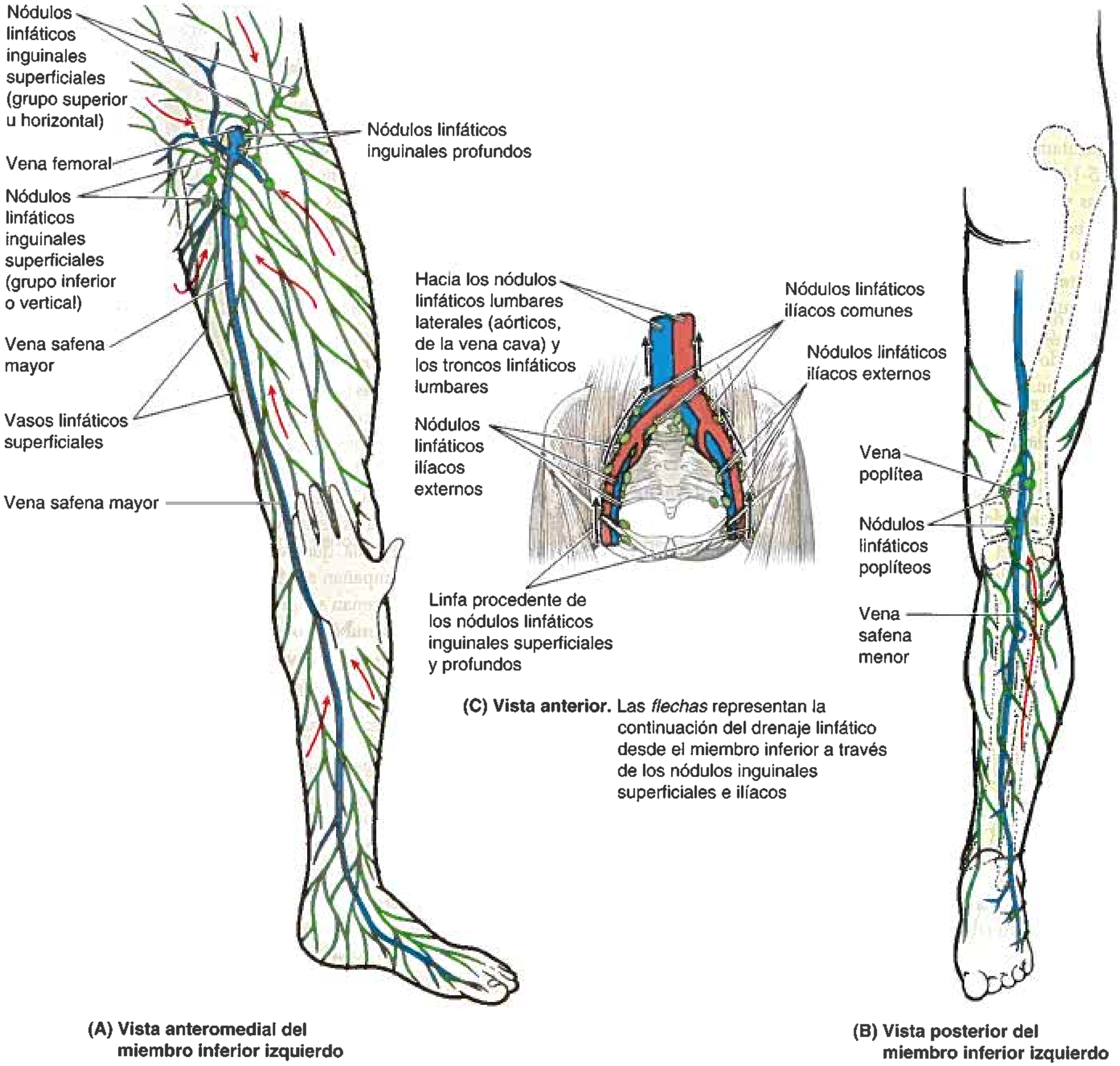
Aunque el *arco venoso dorsal* drena principalmente a través de las venas safenas, venas perforantes penetran en la fascia profunda, formando y llenando continuamente una **vena tibial anterior**, en la parte anterior de la pierna. Las **venas plantares medial** y **lateral** de la cara plantar del pie forman las **venas tibial posterior** y **peronea** posteriores a los maléolos medial y lateral (fig. 5-14C a E). Las tres venas profundas de la pierna desembocan en la vena poplítea, posterior a la rodilla, que pasa a ser vena femoral en el muslo. Las venas que acompañan a las arterias perforantes de la arteria femoral profunda drenan sangre desde los músculos del muslo y desembocan en la **vena femoral profunda,** que se une a la porción terminal de la vena femoral (fig. 5-14C y E). La vena femoral discurre en profundidad con respecto al ligamento inguinal, pasando a ser vena ilíaca externa.

Debido al efecto de la gravedad, el flujo sanguíneo es más lento cuando una persona está en pie y relajada. Durante el esfuerzo, la sangre que llega a las venas profundas desde las venas superficiales es impulsada por la contracción muscular hacia la vena femoral y, a continuación, hacia las venas ilíacas externas. El flujo en dirección contraria se evita si las válvulas funcionan. Las venas profundas son más variables y se anastomosan con mayor frecuencia que las arterias a las cuales acompañan. Si es necesario, puede realizarse la ligadura tanto de las venas superficiales como de las profundas.

Drenaje linfático del miembro inferior

El miembro inferior posee vasos linfáticos superficiales y profundos. Los **vasos linfáticos superficiales** convergen sobre las venas safenas y sus tributarias, y las acompañan (fig. 5-15A). Los vasos linfáticos que acompañan a la vena safena mayor terminan en el grupo vertical de **nódulos linfáticos inguinales superficiales.** Desde estos nódulos, la mayor parte de la linfa pasa hacia los **nódulos linfáticos ilíacos externos,** localizados a lo largo de la vena ilíaca externa. Algunos también se dirigen hacia los **nódulos linfáticos inguinales profundos,** localizados por debajo de la fascia profunda, en la cara medial de la vena femoral. Los vasos linfáticos que acompañan a la vena safena menor desembocan en los **nódulos linfáticos poplíteos,** que rodean a la vena poplítea en el tejido adiposo de la fosa poplítea (fig. 5-15B).

Los **vasos linfáticos profundos** de la pierna acompañan a las venas profundas, y también desembocan en los nódulos linfáticos poplíteos. La mayor parte de la linfa de estos nódulos asciende a través de vasos linfáticos profundos hacia los *nódulos linfáticos*


Nódulos linfáticos inguinales superficiales (grupo superior u horizontal)
Vena femoral
Nódulos linfáticos inguinales superficiales (grupo inferior o vertical)
Vena safena mayor
Vasos linfáticos superficiales
Vena safena mayor
Nódulos linfáticos inguinales profundos
Hacia los nódulos linfáticos lumbares laterales (aórticos, de la vena cava) y los troncos linfáticos lumbares
Nódulos linfáticos ilíacos externos
Linfa procedente de los nódulos linfáticos inguinales superficiales y profundos
Nódulos linfáticos ilíacos comunes
Nódulos linfáticos ilíacos externos
Vena poplítea
Nódulos linfáticos poplíteos
Vena safena menor

(C) Vista anterior. Las *flechas* representan la continuación del drenaje linfático desde el miembro inferior a través de los nódulos inguinales superficiales e ilíacos

(A) Vista anteromedial del miembro inferior izquierdo

(B) Vista posterior del miembro inferior izquierdo

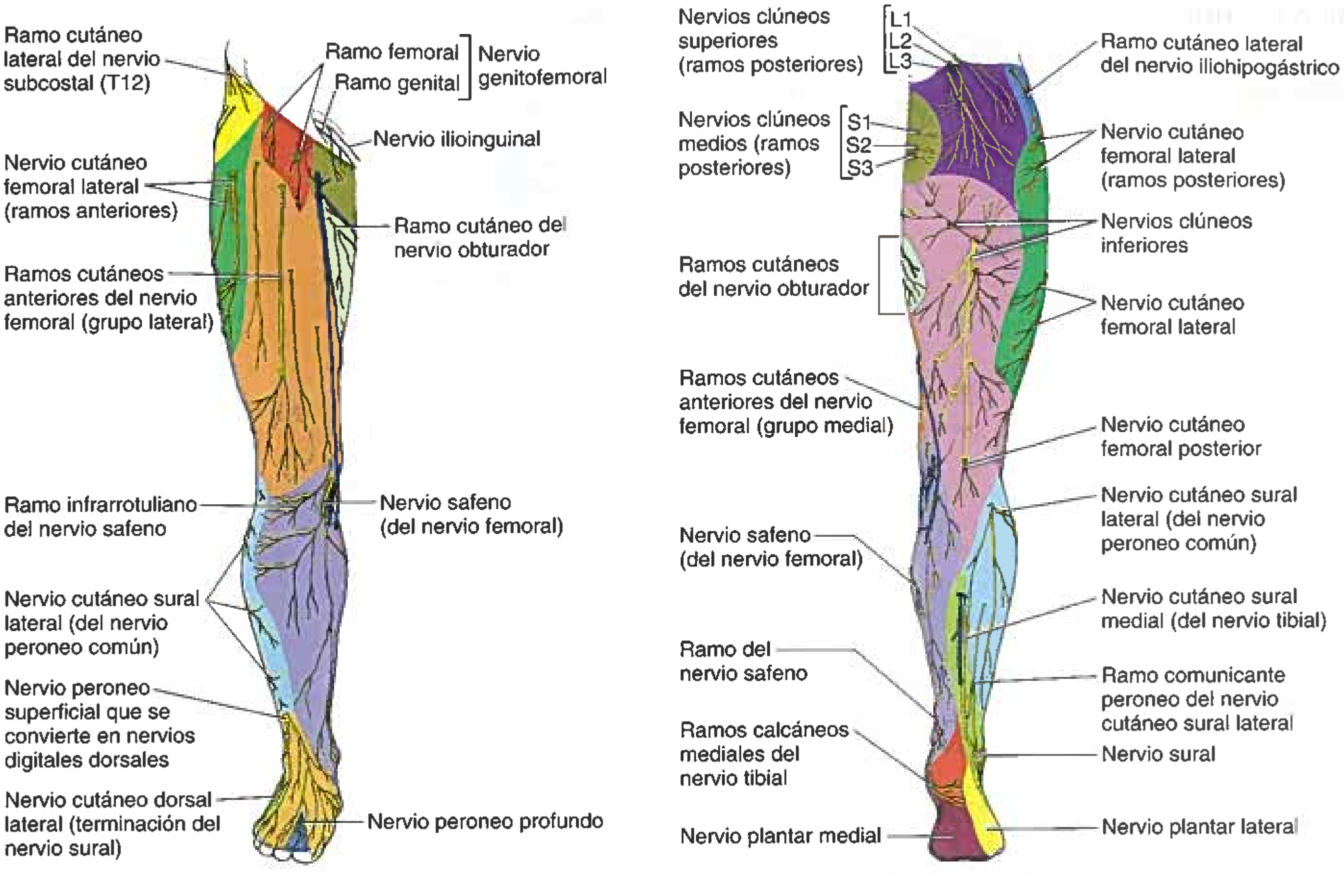
FIGURA 5-15. Venas superficiales y linfáticos del miembro inferior. A. Los vasos linfáticos superficiales convergen hacia la vena safena mayor y la acompañan, drenando en el grupo inferior (vertical) de nódulos linfáticos inguinales superficiales. La vena safena mayor pasa anterior al maléolo medial, a una distancia aproximada de una mano posterior a la rótula. **B.** Los vasos linfáticos superficiales de la parte lateral del pie y la zona posterolateral de la pierna acompañan a la vena safena menor, y drenan inicialmente en los nódulos linfáticos poplíteos. Los vasos eferentes de estos nódulos se unen a otros linfáticos profundos, que acompañan a los vasos femorales para drenar en los nódulos linfáticos inguinales profundos. **C.** La linfa procedente de los nódulos linfáticos inguinales superficiales y profundos atraviesa los nódulos ilíacos externos y comunes antes de entrar en los nódulos linfáticos lumbares laterales (aórticos) y el tronco linfático lumbar.

inguinales profundos. La linfa de estos nódulos se dirige hacia los nódulos ilíacos externos y comunes, y a continuación llega a los **troncos linfáticos lumbares** (fig. 5-15C).

Inervación cutánea del miembro inferior

Los nervios cutáneos localizados en el tejido subcutáneo inervan la piel del miembro inferior (fig. 5-16; tabla 5-1). Estos nervios, excepto algunos no segmentarios de la parte proximal que se originan a partir de los nervios espinales T12 o L1, son ramos de los *plexos lumbar* y *sacro.* Las áreas de piel inervadas por los nervios espinales individuales, incluidos los que contribuyen a los plexos, se denominan **dermatomas.** El patrón de inervación cutánea por dermatomas (segmentario) se mantiene toda la vida, aunque se deforma por el crecimiento longitudinal y la torsión del miembro que se produce durante el desarrollo (figs. 5-2 y 5-17).

Aunque en los mapas de dermatomas están simplificados en zonas definidas, los dermatomas adyacentes se superponen, excep-


Ramo cutáneo lateral del nervio subcostal (T12)
Ramo femoral
Ramo genital
Nervio genitofemoral
Nervio ilioinguinal
Nervio cutáneo femoral lateral (ramos anteriores)
Ramo cutáneo del nervio obturador
Ramos cutáneos anteriores del nervio femoral (grupo lateral)
Ramo infrarrotuliano del nervio safeno
Nervio safeno (del nervio femoral)
Nervio cutáneo sural lateral (del nervio peroneo común)
Nervio peroneo superficial que se convierte en nervios digitales dorsales
Nervio cutáneo dorsal lateral (terminación del nervio sural)
Nervio peroneo profundo
Nervios clúneos superiores (ramos posteriores)
L1
L2
L3
Ramo cutáneo lateral del nervio iliohipogástrico
Nervios clúneos medios (ramos posteriores)
S1
S2
S3
Nervio cutáneo femoral lateral (ramos posteriores)
Nervios clúneos inferiores
Ramos cutáneos del nervio obturador
Nervio cutáneo femoral lateral
Ramos cutáneos anteriores del nervio femoral (grupo medial)
Nervio cutáneo femoral posterior
Nervio cutáneo sural lateral (del nervio peroneo común)
Nervio safeno (del nervio femoral)
Nervio cutáneo sural medial (del nervio tibial)
Ramo del nervio safeno
Ramo comunicante peroneo del nervio cutáneo sural lateral
Ramos calcáneos mediales del nervio tibial
Nervio sural
Nervio plantar medial
Nervio plantar lateral

(A) Vista anterior **(B) Vista posterior**

FIGURA 5-16. Inervación cutánea del miembro inferior.

TABLA 5-1. NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Nervio	Origen (nervios espinales que contribuyen)	Recorrido	Distribución en el miembro inferior
Subcostal	Ramo anterior de T12	Discurre a lo largo del borde inferior de la 12.ª costilla; el ramo cutáneo lateral desciende sobre la cresta ilíaca	El ramo cutáneo lateral inerva la piel de la región de la cadera inferior a la parte anterior de la cresta ilíaca y anterior al trocánter mayor
Iliohipogástrico	Plexo lumbar (L1; en ocasiones T12)	Discurre en paralelo a la cresta ilíaca; se divide en ramos cutáneos lateral y anterior	El ramo cutáneo lateral inerva el cuadrante superolateral de la nalga
Ilioinguinal	Plexo lumbar (L1; en ocasiones T12)	Pasa a través del conducto inguinal, se divide en ramos femoral y escrotal o labial	El ramo femoral inerva la piel situada sobre la parte medial del triángulo femoral
Genitofemoral	Plexo lumbar (L1-2)	Desciende por la cara anterior del psoas mayor; se divide en ramos genital y femoral	El ramo femoral inerva la piel sobre la parte lateral del triángulo femoral; el ramo genital inerva la parte anterior del escroto o los labios mayores de la vulva
Nervio cutáneo femoral lateral	Plexo lumbar (L2-3)	Pasa en profundidad respecto al ligamento inguinal, 2-3 cm medial a la espina ilíaca anterior superior	Inerva la piel sobre las caras anterior y lateral del muslo
Ramos cutáneos anteriores	Plexo lumbar a través del nervio femoral (L2-4)	Se originan en el triángulo femoral; atraviesan la fascia lata a lo largo del recorrido del músculo sartorio	Inervan la piel de las partes medial y anterior del muslo
Ramo cutáneo del nervio obturador	Plexo lumbar a través del nervio obturador, ramo anterior (L2-4)	Siguiendo su descenso entre el aductor largo y el corto, la división anterior del nervio obturador atraviesa la fascia lata para alcanzar la piel del muslo	Piel de la parte media de la cara medial del muslo

(continúa)

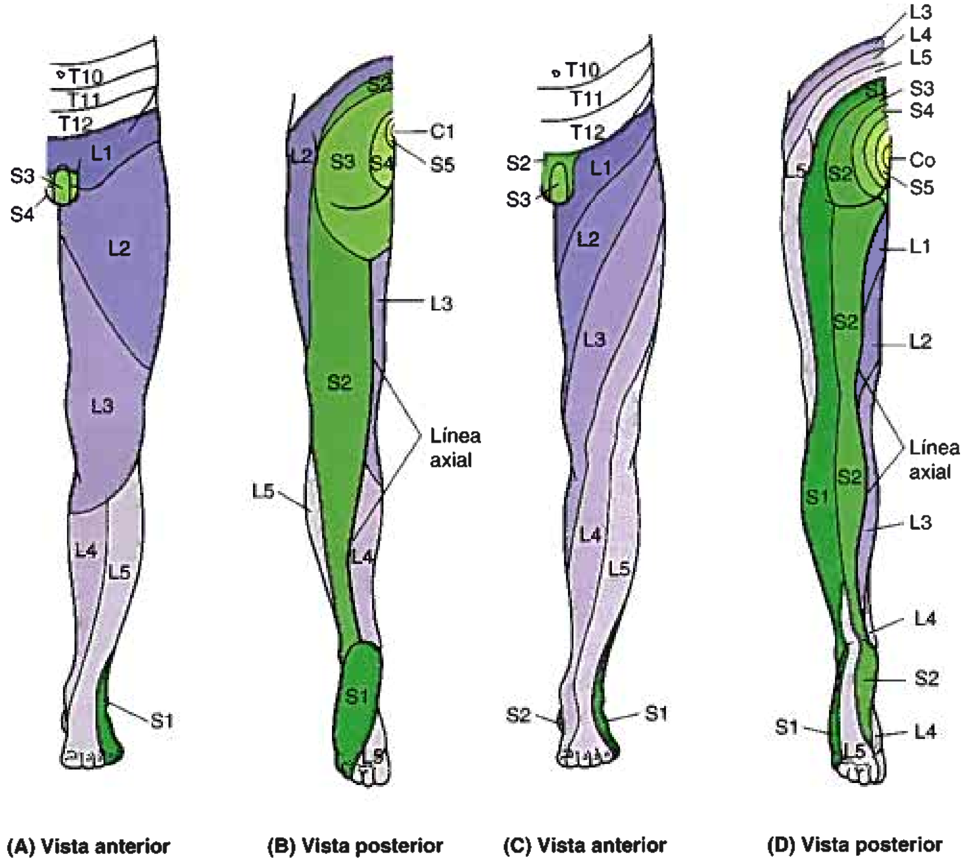
TABLA 5-1. NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR *(Continuación)*

Nervio	Origen (nervios espinales que contribuyen)	Recorrido	Distribución en el miembro inferior
Nervio cutáneo femoral posterior	Plexo sacro (S1-3)	Penetra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme, en profundidad respecto al glúteo mayor; desciende, a continuación, profundo respecto a la fascia lata	Los ramos terminales atraviesan la fascia lata para inervar la piel de la cara posterior del muslo y la fosa poplítea
Nervio safeno	Plexo lumbar, a través del nervio femoral (L3-4)	Atraviesa el conducto aductor, pero no pasa a través del hiato del aductor; cruza el lado medial de la rodilla profundo respecto al tendón del sartorio	Inerva la piel del lado medial de la pierna y el pie
Nervio peroneo superficial	Nervio peroneo común (L4-S1)	Discurre a través del compartimiento lateral de la pierna; tras inervar los músculos peroneos, perfora la fascia profunda de la pierna	Inerva la piel de la cara anterolateral de la pierna y el dorso del pie, excepto la membrana entre el dedo gordo y el segundo dedo
Nervio peroneo profundo	Nervio peroneo común (L5)	Tras inervar los músculos del dorso del pie, atraviesa la fascia profunda superior a las cabezas de los metatarsianos 1.º y 2.º	Inerva la piel de la membrana entre el dedo gordo y el segundo dedo
Nervio sural	Nervios tibial y peroneo común (S1-2)	El ramo cutáneo sural medial del nervio tibial y el ramo cutáneo sural lateral del nervio peroneo común se fusionan en varios niveles de la cara posterior de la pierna	Inerva la piel de la cara posterolateral de la pierna y el borde lateral del pie
Nervio plantar medial	Nervio tibial (L4-5)	Pasa entre las capas primera y segunda de músculos plantares y, a continuación, entre los músculos medial y medio de la primera capa	Inerva la piel del lado medial de la planta del pie, y la cara plantar, los lados y los lechos ungueales de los 3 dedos y medio mediales
Nervio plantar lateral	Nervio tibial (S1-2)	Pasa entre las capas primera y segunda de músculos plantares; a continuación, entre los músculos medio y lateral de la primera capa	Inerva la piel de la parte lateral de la planta del pie, y la cara plantar, los lados y los lechos ungueales del dedo y medio laterales
Nervios calcáneos	Nervios tibial y sural (S1-2)	Ramos lateral y medial de los nervios tibial y sural, respectivamente, sobre la tuberosidad del calcáneo	Inervan la piel del talón
Nervios clúneos superiores	Ramos posteriores de L1-3	Atraviesan la fascia toracodorsal; discurren lateralmente e inferiormente en el tejido subcutáneo	Inervan la piel sobre las partes superior y central de la nalga
Nervios clúneos medios	Ramos posteriores de S1-3	Emergen por los agujeros sacros dorsales; entran directamente por encima del tejido subcutáneo	Inervan la piel de la cara medial de la nalga y la hendidura interglútea
Nervios clúneos inferiores	Nervio cutáneo femoral posterior (S2-3)	Se originan en profundidad respecto al músculo glúteo mayor, emergiendo por debajo del borde inferior del músculo	Inervan la piel de la cara inferior de la nalga (sobre el pliegue glúteo)

to en la **línea axial,** que es la línea que une dermatomas inervados por niveles espinales discontinuos. Los nervios cutáneos del miembro inferior se ilustran en la figura 5-16, y en la tabla 5-1 se describe su origen (incluidos los nervios espinales que contribuyen), recorrido y distribución.

Inervación motora del miembro inferior

Las fibras motoras somáticas (eferentes somáticas generales) que viajan en los mismos nervios periféricos mixtos que conducen fibras sensitivas a los nervios cutáneos transmiten impulsos a los músculos del miembro inferior. La masa muscular embrionaria unilateral inervada por un solo segmento de médula espinal o nervio espinal constituye un **miotoma.** Los músculos del miembro inferior suelen recibir fibras motoras de varios segmentos o nervios espinales. Así pues, la mayoría de los músculos están compuestos por más de un miotoma, y con mayor frecuencia intervienen múltiples segmentos de la médula espinal en la producción del movimiento del miembro inferior (fig. 5-18).


T10
T11
T12
L1
S3
S4
L2
L3
L4
L5
S1
S2
C1
S5
L2
S3
S4
L3
S2
Línea axial
L5
L4
S1
L5
T10
T11
T12
S2
S3
L1
L2
L3
L4
L5
S2
S1
L3
L4
L5
S3
S4
Co
S5
L5
S2
L1
S2
L2
Línea axial
S1
S2
L3
L4
S2
S1
L4
L5

(A) Vista anterior **(B) Vista posterior** **(C) Vista anterior** **(D) Vista posterior**

FIGURA 5-17. Dermatomas del miembro inferior. El patrón segmentario, o por dermatomas, de distribución de las fibras nerviosas sensitivas persiste a pesar de la fusión de nervios espinales en la formación de plexos durante el desarrollo. Suelen utilizarse dos mapas diferentes de dermatomas. **A** y **B.** Muchos prefieren el patrón de dermatomas del miembro inferior de Foerster (1933), por su relación con los signos clínicos. **C** y **D.** Otros prefieren el patrón de dermatomas de Keegan y Garrett (1948), por su uniformidad estética y su evidente relación con el desarrollo. Aunque se representan como zonas delimitadas, los dermatomas se superponen de manera considerable, excepto a lo largo de la línea axial.

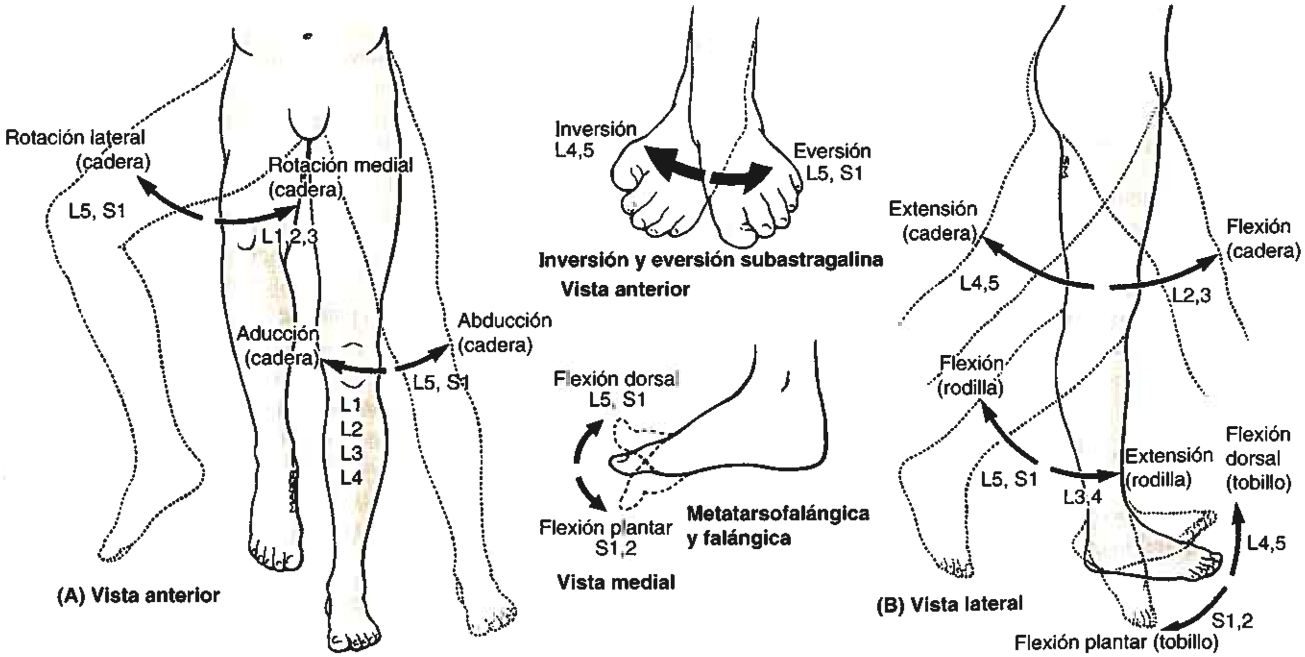

Rotación lateral (cadera)
L5, S1
Rotación medial (cadera)
L1,2,3
Aducción (cadera)
L1
L2
L3
L4
Abducción (cadera)
L5, S1
(A) Vista anterior
Inversión L4,5
Eversión L5, S1
Inversión y eversión subastragalina
Vista anterior
Flexión dorsal L5, S1
Flexión plantar S1,2
Metatarsofalángica y falángica
Vista medial
Extensión (cadera)
L4,5
Flexión (cadera)
L2,3
Flexión (rodilla)
L5, S1
L3,4
Extensión (rodilla)
Flexión dorsal (tobillo)
L4,5
(B) Vista lateral
S1,2
Flexión plantar (tobillo)

FIGURA 5-18. Miotomas: inervación segmentaria de los grupos musculares y movimientos del miembro inferior. El nivel de lesión medular o atrapamiento nervioso puede determinarse por la fuerza y la capacidad de realizar determinados movimientos.

FASCIAS, VENAS, LINFÁTICOS Y NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Síndromes compartimentales y fasciotomía

Los compartimientos fasciales de los miembros inferiores suelen ser espacios cerrados cuyos extremos proximal y distal son las articulaciones. El traumatismo de los músculos y/o los vasos en los compartimientos por quemaduras, uso intenso y continuo de los músculos o un traumatismo cerrado puede causar hemorragia, edema e inflamación de los músculos. Debido a que los tabiques y la fascia profunda de la pierna que constituyen los límites de los compartimientos de la pierna son resistentes, el aumento de volumen a causa de cualquiera de estos procesos aumenta la presión en el interior del compartimiento.

La presión puede alcanzar niveles suficientemente elevados para comprimir estructuras significativamente en el(los) compartimiento(s) afectado(s). Los pequeños vasos de músculos y nervios (*vasa nervorum*) son particularmente vulnerables a la compresión. Las estructuras localizadas distalmente a la zona comprimida pueden sufrir isquemia y quedar dañadas permanentemente (p. ej., pérdida de función motora de los músculos en que se afecta la irrigación, la inervación o ambas). El aumento de presión en un espacio anatómico cerrado afecta de forma adversa a la circulación y amenaza la función y la viabilidad de los tejidos contenidos o distales, constituyendo los denominados **síndromes compartimentales.**

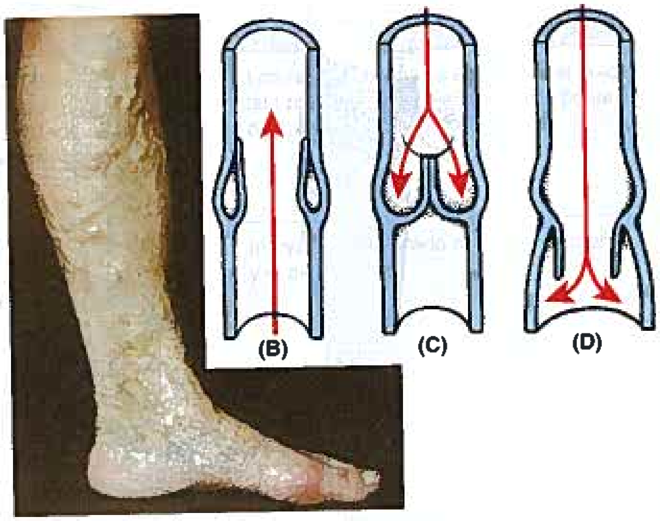
La pérdida de los pulsos distales de la pierna es un signo evidente de compresión arterial, así como el descenso de la temperatura de los tejidos localizados más allá de la compresión. Para aliviar la presión en el compartimiento afectado puede realizarse una **fasciotomía** (incisión de la fascia subyacente o de un tabique).

Varices, trombosis y tromboflebitis

Con frecuencia la vena safena mayor y sus tributarias se vuelven varicosas (se dilatan, de modo que las cúspides de las válvulas no se cierran). Las **varices** son frecuentes en las partes posteromediales del miembro inferior, y pueden causar molestias (fig. C5-11A). En una vena sana, las válvulas permiten que la sangre fluya hacia el corazón (B), y previenen el retorno de ésta (C). Las válvulas de las venas varicosas (D) no son competentes, por dilatación o rotación, y no actúan adecuadamente. Debido a ello, la sangre fluye inferiormente por las venas, causando la aparición de varices.

La **trombosis venosa profunda (TVP)** de una o más de las venas profundas del miembro inferior se caracteriza por la aparición de hinchazón, calor y eritema (inflamación e infección). La **estasis venosa** (estancamiento) es una causa importante de formación de trombos, y puede deberse a:

- Una fascia laxa, incompetente, que no resiste la expansión muscular, con lo que disminuye la eficacia de la bomba musculovenosa.
- Presión externa sobre las venas por la permanencia en cama durante una estancia hospitalaria prolongada, o por una escayola o vendaje apretados.
- Inactividad muscular (p. ej., durante un vuelo transoceánico).



(A) Varices

FIGURA C5-11.

Puede producirse TVP con inflamación alrededor de las venas afectadas **(tromboflebitis).** Un trombo de gran tamaño que se desprenda y quede libre en una vena de un miembro inferior puede desplazarse hasta un pulmón, causando una **tromboembolia pulmonar** (obstrucción de una arteria pulmonar). Un gran émbolo puede obstruir una arteria pulmonar principal y puede causar la muerte.

Injertos de vena safena

La vena safena mayor se utiliza en ocasiones para realizar derivaciones aortocoronarias porque: *1)* es fácilmente accesible, *2)* existe una distancia suficiente entre las tributarias y las perforantes, de modo que pueden utilizarse grandes longitudes, y *3)* su pared contiene un mayor porcentaje de fibras musculares y elásticas que otras venas superficiales.

Los **injertos de partes de la vena safena** se utilizan para derivar y superar obstrucciones de vasos sanguíneos (p. ej., en un trombo intracoronario). Cuando una parte de la vena safena mayor se utiliza en una derivación se invierte, de modo que las válvulas no obstruyan el flujo sanguíneo en el injerto. Como en las piernas hay otras muchas venas, la extirpación de la vena safena mayor no suele causar problemas importantes en el miembro inferior, ni afectar gravemente la circulación, siempre que las venas profundas estén intactas. De hecho, la extracción de esta vena puede facilitar el drenaje desde las venas superficiales a las profundas para favorecer a la bomba musculovenosa.

Disección de la vena safena y lesión del nervio safeno

Incluso cuando no puede verse en los lactantes, en las personas obesas o en los pacientes en shock cuyas venas están colapsadas, la vena safena mayor siempre puede localizarse realizando una incisión en la piel anterior al maléolo medial (fig. 5-14A). El procedimiento, denominado **disección de la vena safena,** se utiliza para introducir una cánula para la administración prolongada de sangre, expansores del plasma, electrólitos o fármacos.

El nervio safeno acompaña a la vena safena mayor anterior al maléolo medial. Si se secciona este nervio durante la incisión de la vena, o se atrapa con una sutura durante el cierre de una herida quirúrgica, el paciente puede quejarse de dolor o entumecimiento a lo largo del borde medial del pie.

Adenopatías inguinales

Los nódulos linfáticos aumentan de tamaño cuando están afectados por alguna patología. Las **abrasiones** y las septicemias menos graves, causadas por microorganismos patógenos o sus toxinas en la sangre u otros tejidos, pueden causar un moderado aumento de tamaño de los nódulos linfáticos inguinales superficiales **(linfadenopatía)** en personas que, por lo demás, están sanas. Dado que estos nódulos aumentados de tamaño se localizan en el tejido subcutáneo, suelen ser fáciles de palpar.

Cuando los nódulos linfáticos inguinales aumentan de tamaño, debe examinarse todo su campo de drenaje (parte del tronco inferior al ombligo, incluyendo el periné, así como todo el miembro inferior) para determinar la causa de ese aumento. En las mujeres también debe considerarse la posibilidad, relativamente remota, de metástasis por cáncer de útero, porque parte del drenaje linfático del fondo uterino puede discurrir a lo largo de linfáticos que acompañan al ligamento redondo del útero a través del conducto inguinal, para alcanzar los nódulos linfáticos inguinales superficiales. También deben examinarse todos los nódulos linfáticos que puedan palparse.

Bloqueos nerviosos regionales del miembro inferior

Puede lograrse la interrupción de la conducción de impulsos en los nervios periféricos (bloqueo nervioso) mediante inyecciones perineurales de anestésicos junto a los nervios cuya capacidad de conducción va a bloquearse.

El nervio femoral (L2-4) puede bloquearse 2 cm inferiormente al ligamento inguinal, aproximadamente un través de dedo lateral a la arteria femoral. Si se afecta el nervio safeno (ramo terminal del femoral) se irradian **parestesias** (hormigueo, quemazón) hacia la rodilla y sobre el lado medial de la pierna.

Alteraciones de la función sensitiva

En la mayoría de los casos, un nervio periférico que proporciona sensibilidad a una zona cutánea representa más de un segmento de la médula espinal. Por lo tanto, para interpretar las alteraciones de la función sensitiva periférica debe interpretarse la distribución de los nervios periféricos de los principales nervios cutáneos como anatómicamente diferente de la distribución por dermatomas de los segmentos de médula espinal (fig. 5-17). Los dermatomas vecinos pueden superponerse.

La sensación dolorosa se comprueba con un objeto punzante y preguntando al paciente si siente el dolor. Si no hay sensación, puede determinarse el segmento o segmentos de médula espinal afectados.

Puntos fundamentales

FASCIAS, VASOS EFERENTES Y NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Fascias. El miembro inferior está revestido por tejido subcutáneo y la fascia profunda. ♦ El primero aísla, almacena grasa y permite el paso de nervios cutáneos y vasos superficiales (linfáticos y venas). ♦ La fascia profunda del muslo (fascia lata) y la pierna (fascia crural) actúan: *1)* rodeando el muslo y la pierna, respectivamente, limitando la expansión hacia fuera de los músculos y facilitando el retorno venoso en las venas profundas; *2)* separando músculos con función e inervación similares en compartimientos; y *3)* rodeando músculos individuales, permitiéndoles actuar de forma independiente. ♦ Las modificaciones de la fascia profunda incluyen aberturas que permiten el paso de estructuras vasculonerviosas (p. ej., el hiato safeno) y engrosamientos que mantienen tendones junto a las articulaciones sobre las cuales actúan (retináculos).

Venas. Las venas del miembro inferior son venas superficiales (en el tejido subcutáneo) y profundas (por debajo de la fascia profunda). ♦ Las venas superficiales safena mayor y safena menor drenan fundamentalmente la piel, y a través de muchas venas perforantes derivan continuamente sangre hacia las venas profundas que acompañan a las arterias. ♦ Las venas profundas están sometidas a la compresión muscular (bomba musculovenosa) para contribuir al retorno venoso. ♦ Todas las venas del miembro inferior tienen válvulas para vencer los efectos de la fuerza de gravedad.

Vasos linfáticos. La mayoría de la linfa del miembro inferior drena a través de vasos linfáticos que siguen a las venas superficiales (p. ej., las venas safenas) hacia los nódulos inguinales superficiales. ♦ Algunos linfáticos siguen a las venas profundas hacia los nódulos inguinales profundos. El drenaje linfático del miembro inferior discurre a continuación hacia los nódulos ilíacos externos y comunes del tronco.

Nervios cutáneos. La inervación cutánea del miembro inferior refleja tanto la inervación segmentaria original de la piel a través de nervios espinales separados en su patrón de dermatomas, como el resultado de la formación de plexos en la distribución de nervios periféricos plurisegmentarios. ♦ La mayor parte de la inervación del muslo corre a cargo de los nervios cutáneos lateral y posterior del muslo y de los ramos cutáneos anteriores del nervio femoral, en cuyos nombres va descrita su distribución. Los últimos ramos también inervan la mayor parte de la cara medial del muslo. ♦ La inervación de la pierna y el dorso del pie corre a cargo de los nervios safeno (parte anteromedial de la pierna), sural (parte posterolateral de la pierna) y peroneo (parte anterolateral de la pierna y dorso del pie). ♦ La cara plantar (planta) del pie está inervada por ramos calcáneos de los nervio tibial y sural (región del talón), y por los nervios plantares medial y lateral; las zonas de distribución de estos últimos están delimitadas por una línea que traza la bisectriz del 4.° dedo.

POSTURA Y MARCHA

Los miembros inferiores actúan fundamentalmente en la bipedestación y en la ambulación. Las acciones de los músculos de los miembros inferiores se describen como si cada músculo actuara de forma aislada, algo que casi nunca sucede.

En esta obra, incluyendo los comentarios de las tablas, el papel de cada músculo (o del grupo funcional a que pertenece) se describe en actividades típicas, en especial la bipedestación y la marcha. Es importante familiarizarse con los movimientos del miembro inferior y con las contracciones concéntricas y excéntricas de los músculos, como se describe en la Introducción, así como tener un conocimiento básico de los procesos de la bipedestación y la marcha.

Bipedestación relajada

Cuando una persona está en bipedestación relajada con los pies ligeramente separados y rotados lateralmente, de modo que los dedos se dirijan hacia fuera, sólo están activos algunos de los músculos del dorso y de los miembros inferiores (fig. 5-19). La disposición mecánica de las articulaciones y los músculos es aquella que requiere un mínimo de actividad muscular para no caer. En la posición de bipedestación relajada, las articulaciones de las caderas y de las rodillas están extendidas y en la posición más estable (máximo contacto de las caras articulares para la transmisión del peso corporal, con los ligamentos que las sostienen en tensión).

Las articulaciones talocrurales (las del tobillo) son menos estables que las de las caderas y las rodillas, y la línea de gravedad cae entre los dos miembros, justo anterior al eje de rotación de las articulaciones talocrurales. En consecuencia, la tendencia a caer hacia delante (*oscilación* o *balanceo hacia delante*) debe contrarrestarse periódicamente con contracciones bilaterales de los músculos de la pantorrilla (flexión plantar). La amplitud (separación) de los pies aumenta la estabilidad lateral. Sin embargo, cuando se produce una *oscilación* o *balanceo lateral*, se contrarresta con los abductores de la cadera (que actúan a través del tracto iliotibial). El ligamento colateral peroneo de la articulación de la rodilla y los músculos que producen eversión de un lado actúan con los aductores del muslo, el ligamento colateral tibial y los músculos que causan inversión del lado contralateral.

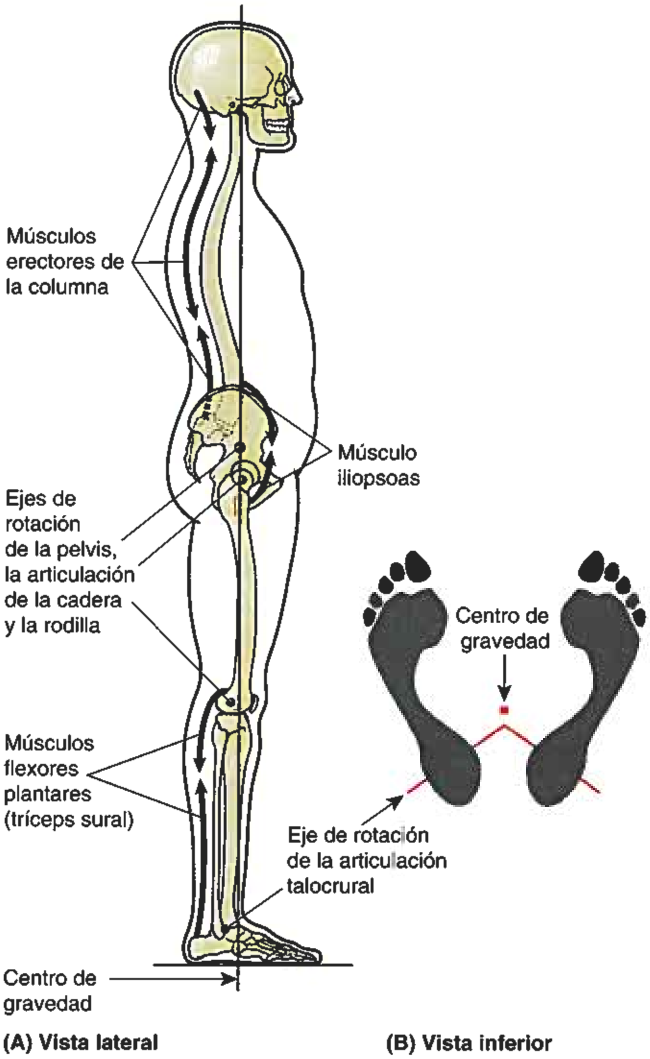

Músculos erectores de la columna
Músculo iliopsoas
Ejes de rotación de la pelvis, la articulación de la cadera y la rodilla
Músculos flexores plantares (tríceps sural)
Centro de gravedad
Centro de gravedad
Eje de rotación de la articulación talocrural
(A) Vista lateral
(B) Vista inferior

FIGURA 5-19. Bipedestación relajada. A. Relación de la línea de gravedad con los ejes de rotación de la pelvis y del miembro inferior en la posición de bipedestación relajada. Para mantener esta posición sólo se necesitan leves ajustes posturales, principalmente por los extensores del dorso y los flexores plantares del tobillo, porque los ligamentos de la cadera y de la rodilla están muy estirados para proporcionar un soporte pasivo. **B.** Durante la bipedestación relajada se forma una plataforma bipodal. El peso del cuerpo se distribuye simétricamente alrededor del centro de gravedad, que coincide en el tercio posterior de un plano medio entre los pies ligeramente separados y rotados lateralmente, anterior a los ejes de rotación de las articulaciones talocrurales.

Locomoción: ciclo de la marcha

La locomoción es una función compleja. Los movimientos de los miembros inferiores al andar sobre una superficie plana pueden dividirse en fases alternantes de oscilación y apoyo, que se ilustran en la figura 5-20 y se describen en la tabla 5-2. El **ciclo de la marcha** es un ciclo de oscilación y apoyo de un miembro. La **fase de apoyo** se inicia con el **golpe de talón** (fig. 5-20A) cuando éste contacta con el suelo y empieza a asumir todo el peso del cuerpo (respuesta de carga), y termina con el despegue del antepié (fig. 5-20G), resultado de la flexión plantar. (V. el cuadro azul «Ausencia de flexión plantar», p. 607.)

La **fase de oscilación** empieza tras el despegue, cuando los dedos se separan del suelo, y termina cuando el talón apoya sobre el suelo. La fase de oscilación ocupa, aproximadamente, el 40 % del ciclo de la marcha, y la fase de apoyo el 60 %. La fase de apoyo es más prolongada que la fase de oscilación porque se inicia y termina con períodos relativamente cortos (10 % del ciclo cada uno) de apoyo bipodal (ambos pies en contacto con el suelo) al transmitirse el peso de un lado al otro, con un período más amplio de apoyo monopodal (un solo pie sobre el suelo, soportando todo el peso corporal) en medio, cuando el miembro contralateral oscila hacia delante. Al **correr** no hay período de apoyo bipodal, por lo que el tiempo y el porcentaje del ciclo de la marcha representado por la fase de apoyo se reduce.

La locomoción es una actividad muy eficiente, que aprovecha la gravedad y los momentos de fuerza de manera que se requiera un

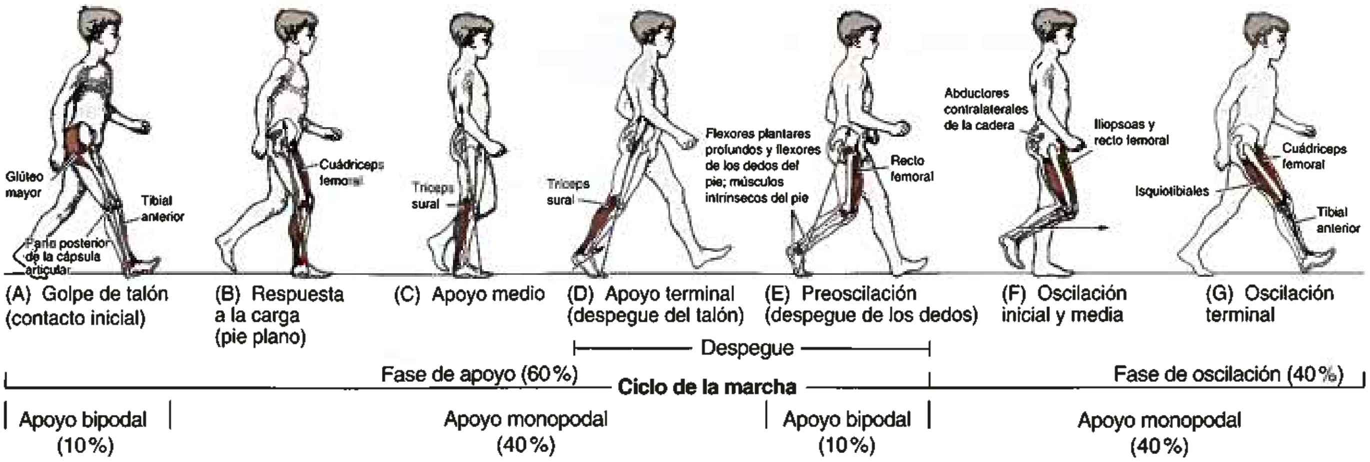

Glúteo mayor
Tibial anterior
Parte posterior de la cápsula articular
Cuádriceps femoral
Tríceps sural
Tríceps sural
Flexores plantares profundos y flexores de los dedos del pie; músculos intrínsecos del pie
Recto femoral
Abductores contralaterales de la cadera
Iliopsoas y recto femoral
Isquiotibiales
Cuádriceps femoral
Tibial anterior
(A) Golpe de talón (contacto inicial)
(B) Respuesta a la carga (pie plano)
(C) Apoyo medio
(D) Apoyo terminal (despegue del talón)
(E) Preoscilación (despegue de los dedos)
(F) Oscilación inicial y media
(G) Oscilación terminal
Despegue
Fase de apoyo (60%)
Ciclo de la marcha
Fase de oscilación (40%)
Apoyo bipodal (10%)
Apoyo monopodal (40%)
Apoyo bipodal (10%)
Apoyo monopodal (40%)

FIGURA 5-20. **Ciclo de la marcha.** Actividad de un miembro inferior entre dos elementos repetidos del ciclo de la marcha. Se describen, típicamente, ocho fases, de las cuales dos se han combinado en **(F)** para simplificar.

TABLA 5-2. ACCIÓN MUSCULAR DURANTE EL CICLO DE LA MARCHA

	Fase de la marcha	Objetivos mecánicos	Grupos musculares activos	Ejemplos
FASE DE APOYO	**Golpe de talón** (contacto inicial)	**Abatir el antepié contra el suelo**	Flexores dorsales del pie (contracción excéntrica)	**Tibial anterior**
		Continuar la desaceleración (inversión de la oscilación hacia delante)	Extensores de la cadera	Glúteo mayor
		Mantener el arco longitudinal del pie	Músculos intrínsecos del pie	Flexor corto de los dedos
			Tendones largos del pie	Tibial anterior
	Respuesta a la carga (pie plano)	**Admitir el peso**	Extensores de la rodilla	**Cuádriceps femoral**
		Desacelerar la masa (flexión dorsal lenta del pie)	Flexores plantares del tobillo	Tríceps sural (sóleo y gastrocnemio)
		Estabilizar la pelvis	Abductores de la cadera	**Glúteos medio y menor; tensor de la fascia lata**
		Mantener el arco longitudinal del pie	Músculos intrínsecos del pie	Flexor corto de los dedos
			Tendones largos del pie	Tibial posterior; flexores largos de los dedos
	Apoyo medio	Estabilizar la rodilla	Extensores de la rodilla	Cuádriceps femoral
		Control de la flexión dorsal del pie (mantener el momento)	Flexores plantares del tobillo (contracción excéntrica)	Tríceps sural (sóleo y gastrocnemio)
		Estabilizar la pelvis	Abductores de la cadera	**Glúteos medio y menor; tensor de la fascia lata**
		Mantener el arco longitudinal del pie	Músculos intrínsecos del pie	Flexor corto de los dedos
			Tendones largos del pie	Tibial posterior; flexores largos de los dedos
	Apoyo terminal (despegue del talón)	**Acelerar la masa**	Flexores plantares del tobillo (contracción concéntrica)	**Tríceps sural (sóleo y gastrocnemio)**
		Estabilizar la pelvis	Abductores de la cadera	**Glúteos medio y menor; tensor de la fascia lata**
		Mantener los arcos del pie; fijar el antepié	Músculos intrínsecos del pie	Aductor del dedo gordo
			Tendones largos del pie	Tibial posterior; flexores largos de los dedos

(continúa)

TABLA 5-2. ACCIÓN MUSCULAR DURANTE EL CICLO DE LA MARCHA *(Continuación)*

	Fase de la marcha	Objetivos mecánicos	Grupos musculares activos	Ejemplos
FASE DE APOYO *(cont.)*	**Preoscilación** (despegue de los dedos)	Acelerar la masa	Flexores largos de los dedos	Flexor largo del dedo gordo; flexor largo de los dedos
		Mantener los arcos del pie; fijar el antepié	Músculos intrínsecos del pie	Aductor del dedo gordo
			Tendones largos del pie	Tibial posterior; flexores largos de los dedos
		Desacelerar el muslo; prepararse para la oscilación	Flexores de la cadera (contracción excéntrica)	Iliopsoas; recto femoral
FASE DE OSCILACIÓN	**Oscilación inicial**	**Acelerar el muslo; variar la cadencia**	**Flexores de la cadera (contracción concéntrica)**	**Iliopsoas; recto femoral**
		Separar el pie	**Flexores dorsales del tobillo**	**Tibial anterior**
	Oscilación media	**Separar el pie**	**Flexores dorsales del tobillo**	**Tibial anterior**
	Oscilación terminal	Desacelerar el muslo	Extensores de la cadera (contracción excéntrica)	Glúteo mayor; isquiotibiales
		Desacelerar la pierna	Flexores de la rodilla (contracción excéntrica)	Isquiotibiales
		Posición del pie	**Flexores dorsales del tobillo**	Tibial anterior
		Extender la rodilla para posicionar el pie (control de la zancada); preparar el contacto	**Extensores de la rodilla**	Cuádriceps femoral

esfuerzo físico mínimo. La mayoría de la energía se utiliza: *1)* en la contracción excéntrica de los flexores dorsales durante la fase de apoyo inicial **(respuesta de carga)** (fig. 5-20B) cuando el talón desciende hacia el suelo tras el golpe de talón, y *2)* especialmente al final del apoyo **(apoyo terminal)** (fig. 5-20D), cuando los flexores plantares se contraen de forma concéntrica, impulsando el antepié (metatarsianos y falanges) hacia abajo para producir el despegue, proporcionando así la mayor parte de la fuerza de propulsión.

Durante la última parte de la fase de apoyo **(despegue)** (figura 5-20E), los dedos se flexionan para agarrar el suelo y aumentar el despegue iniciado por la región metatarsiana (parte de la planta por debajo de las cabezas de los dos metatarsianos mediales). Los flexores largos y los músculos intrínsecos del pie estabilizan el antepié y los dedos, de modo que se aumenta al máximo el efecto de la flexión plantar en el tobillo y la flexión de los dedos.

En la fase de oscilación también interviene la flexión de la cadera, de manera que el miembro libre acelera con mayor rapidez que el movimiento del cuerpo hacia delante. Durante la **oscilación inicial** (fig. 5-20F) la rodilla se flexiona casi simultáneamente, debido al momento de fuerzas (sin gasto de energía), seguido por la flexión dorsal (elevación del antepié) en la articulación talocrural. Los dos últimos movimientos producen el acortamiento del miembro libre, de modo que se aleja del suelo al oscilar hacia delante. En la **oscilación media** se añade la extensión de la rodilla a la flexión y el momento de fuerzas del muslo, para realizar completamente la oscilación anterior.

Los extensores de la cadera y los flexores de la rodilla se contraen de forma excéntrica al final de la fase de oscilación **(oscilación terminal)** (fig. 5-20G) para desacelerar el movimiento hacia delante, mientras los extensores de la rodilla (cuádriceps) se contraen lo necesario para extender la pierna hasta la longitud deseada y colocar el pie (presentando el talón) para el golpe de talón.

La contracción de los extensores de la rodilla se mantiene mediante el golpe de talón en la fase de carga, para absorber el impacto y evitar la flexión lateral de la rodilla hasta que alcanza la extensión completa. Como el lado no apoyado de la cadera tiende a descender durante la fase de oscilación (lo que impediría el efecto de acortamiento del miembro), los músculos abductores del lado apoyado se contraen intensamente durante la parte de apoyo monopodal de la fase de apoyo (fig. 5-20F y G), tirando del fémur fijo para resistir la inclinación y mantener la pelvis nivelada. Los mismos músculos también rotan (avanzan) el lado contralateral de la pelvis hacia delante, coincidiendo con la oscilación del miembro libre.

Es evidente que estas acciones se alternan de un lado a otro con cada paso. Los extensores de la cadera suelen tener tan sólo pequeñas contribuciones en la locomoción. Primariamente, la cadera se extiende de modo pasivo por el momento de fuerzas durante el apoyo, salvo cuando se acelera o se anda con rapidez, y cada vez es más activa al aumentar la inclinación al subir una pendiente o unas escaleras. La flexión concéntrica de la cadera y la extensión de la rodilla se utilizan durante la fase de oscilación al andar en llano, y por lo tanto no son acciones en las cuales se cargue peso; sin embargo, sí se ven afectadas por el peso corporal cuando se necesita la contracción excéntrica en la desaceleración o al descender por una pendiente o unas escaleras.

La estabilización y la elasticidad son importantes durante la locomoción. Los músculos que producen la inversión y la eversión del pie son los principales estabilizadores de éste durante la fase de apoyo. Sus largos tendones, más los de los flexores de los dedos, también contribuyen a sostener los arcos del pie durante la fase de apoyo, ayudando a los músculos intrínsecos de la planta.

REGIONES ANTERIOR Y MEDIAL DEL MUSLO

Organización de la porción proximal del miembro inferior

Durante la evolución, el desarrollo de una región glútea prominente está estrechamente relacionado con la adopción del bipedismo y la postura erguida. La región glútea prominente es característica de los seres humanos. La modificación de la forma del fémur, necesaria para la marcha y la carrera bípeda (específicamente la «flexión» del hueso, creando el ángulo de inclinación y los trocánteres, p. 518), permite la colocación superior de los abductores del muslo en la región glútea.

El resto de los músculos del muslo están organizados en tres compartimientos, mediante tabiques intermusculares que pasan profundamente entre los grupos musculares desde la superficie interna de la fascia lata a la línea áspera del fémur (v. fig. 5-13D). Los compartimientos son *anterior* o *extensor, medial* o *aductor,* y *posterior* o *flexor,* denominaciones que reciben según su localización o acción en la articulación de la rodilla. Generalmente, el grupo anterior está inervado por el nervio femoral, el grupo medial por el nervio obturador, y el grupo posterior por el componente tibial del nervio ciático. Aunque el tamaño absoluto y relativo de los compartimientos varía dependiendo del nivel, el compartimiento anterior es el que tiene un mayor tamaño global y donde se encuentra el fémur.

Para facilitar la continuidad y seguir un método que suele utilizarse en disección, los compartimientos anterior y medial del muslo se abordan inicialmente, seguido por la exploración continua de la cara posterior de la parte proximal del miembro: la región glútea y la región posterior del muslo; a continuación se realiza el estudio de la fosa poplítea y la pierna.

Músculos anteriores del muslo

El gran **compartimiento anterior del muslo** contiene los **músculos anteriores del muslo,** los *flexores de la cadera* (fig. 5-21A a D) y los *extensores de la rodilla* (fig. 5-21E a I). Las inserciones, la inervación y las acciones principales de estos músculos se muestran en las tablas 5-3.I y 5-3.II. Los músculos anteriores del muslo son el pectíneo, el iliopsoas, el sartorio y el cuádriceps femoral[1].

Los músculos principales del compartimiento anterior tienden a atrofiarse (disminuir) rápidamente con la enfermedad, y tras la inmovilización del muslo o la pierna suele necesitarse fisioterapia para restablecer la fuerza, el tono y la simetría con el miembro opuesto.

PECTÍNEO

El **pectíneo** es un músculo rectangular y aplanado, que se localiza en la parte anterior de la cara superomedial del muslo (figura 5-21A y B; tabla 5-3.I). A menudo parece estar formado por dos capas, superficial y profunda, que suelen estar inervadas por dos nervios diferentes. Debido a la doble inervación y a las acciones del músculo (el pectíneo aduce y flexiona el muslo, y contribuye a su rotación medial), suele ser un músculo de transición entre los compartimientos anterior y medial.

ILIOPSOAS

El **iliopsoas** es el principal flexor del muslo, el más potente de los flexores de la cadera con la mayor amplitud. Aunque es uno de los músculos más potentes del cuerpo, está relativamente oculto, con la mayor parte de su volumen situado en la pared posterior del abdomen y la pelvis mayor. Su parte ancha lateral, el **ilíaco,** y su larga parte medial, el **psoas mayor,** se extienden desde la fosa ilíaca y las vértebras lumbares, respectivamente (fig. 5-21C; tabla 5-3.I). Así pues, es el único músculo que se inserta en la columna vertebral, la pelvis y el fémur. Se encuentra en una posición característica, no sólo para producir movimiento, sino también para estabilizar (fijar). Sin embargo, también puede perpetuar e incluso contribuir a la deformidad y la discapacidad cuando sufre una malformación (especialmente si está acortado), disfunción o patología.

La contracción concéntrica del iliopsoas desplaza típicamente el miembro libre, produciendo flexión en la cadera para elevar el miembro e iniciar su oscilación hacia delante durante la locomoción (durante las fases de preoscilación y oscilación inicial), cuando el miembro opuesto asume el peso (fig. 5-20E y F), o para elevar el miembro durante la escalada. No obstante, también puede mover el tronco. La contracción bilateral del iliopsoas inicia la flexión del tronco en la cadera del muslo fijo (como cuando, incorrectamente, se realizan sentadillas), y disminuye la lordosis (curvatura) lumbar de la columna vertebral. Es un músculo activo al descender una pendiente, y su contracción extrínseca resiste la aceleración.

El iliopsoas también es un músculo postural, activo durante la bipedestación manteniendo la lordosis lumbar normal (e indirectamente la cifosis torácica compensadora; v. cap. 4) y resistiendo la hiperextensión de la articulación de la cadera (v. fig. 5-19).

SARTORIO

El **sartorio,** llamado «músculo del sastre», es largo y parecido a una cinta. Discurre desde una posición lateral a medial a través de la parte anterosuperior del muslo (fig. 5-21D; tabla 5-3.I). Es un músculo superficial en el compartimiento anterior, dentro de su propia fascia, relativamente característica. Desciende hasta el lado medial de la rodilla.

El sartorio es el músculo más largo del cuerpo y actúa sobre dos articulaciones: flexiona la articulación de la cadera y participa en la flexión de la articulación de la rodilla. También abduce débilmente el muslo y produce su rotación lateral. Las acciones de ambos músculos sartorios permiten que los miembros inferiores adopten la posición sentada con las piernas cru-

---

[1] Debido a su posición anterior, a menudo por conveniencia, se estudia el tensor de la fascia lata con los músculos anteriores del muslo (p. ej., cuando el cadáver está en decúbito supino); no obstante, en realidad forma parte del grupo glúteo y en este libro se incluye en ese grupo.

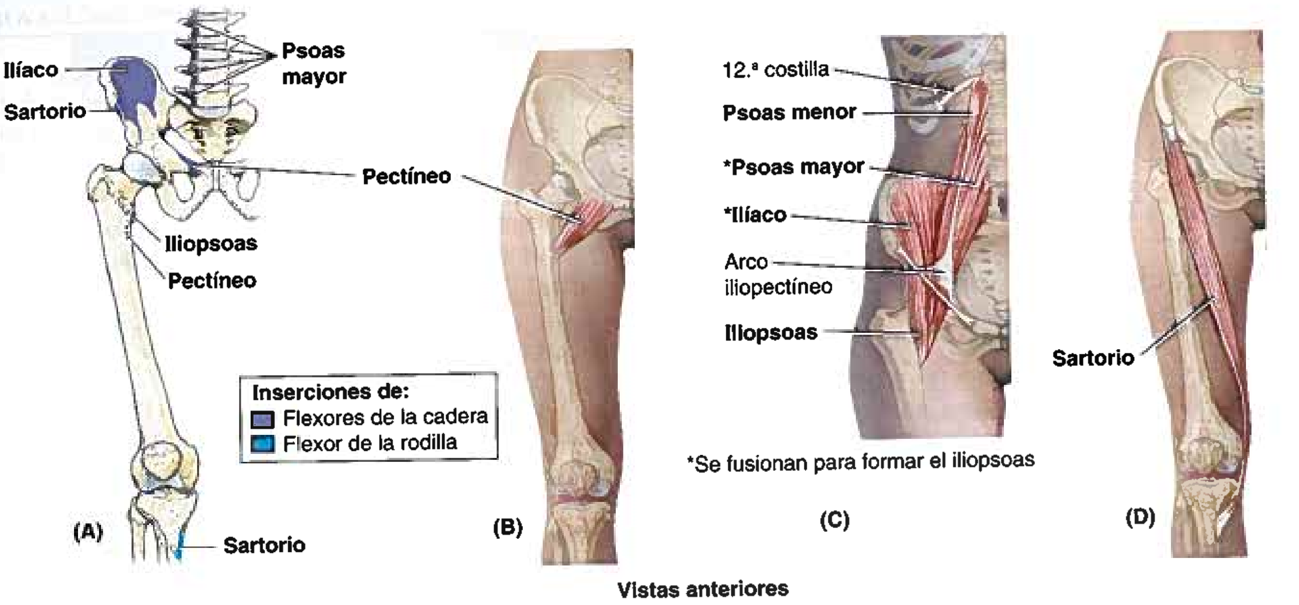


FIGURA 5-21. Músculos anteriores del muslo: flexores de la articulación de la cadera *(continúa)*.

TABLA 5-3.I. MÚSCULOS ANTERIORES DEL MUSLO: FLEXORES DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

Músculo	Inserción proximal[a]	Inserción distal	Inervación[b]	Acción principal
Pectíneo (fig. 5-21A y B)	Rama superior del pubis	Línea pectínea del fémur, justo inferior al trocánter menor	Nervio femoral (**L2**, L3); puede recibir un ramo del nervio obturador	Aduce y flexiona el muslo; contribuye a la rotación medial del muslo
Iliopsoas (fig. 5-21A y C)				Actúan en conjunto flexionando el muslo en la articulación de la cadera y estabilizando esta articulación[c]
Psoas mayor	Lados de las vértebras T12-L5 y discos entre ellas; apófisis transversas de todas las vértebras lumbares	Trocánter menor del fémur	Ramos anteriores de nervios lumbares (**L1, L2**, L3)	
Psoas menor	Lados de las vértebras T12-L1 y discos intervertebrales	Línea pectínea, eminencia iliopectínea a través del arco iliopectíneo	Ramos anteriores de nervios lumbares (L1, L2)	
Ilíaco	Cresta ilíaca, fosa ilíaca, ala del sacro y ligamentos sacroilíacos anteriores	Tendón del psoas mayor, trocánter menor y fémur distal a éste	Nervio femoral (**L2**, L3)	
Sartorio (fig. 5-21A y D)	Espina ilíaca anterior superior y parte superior de la escotadura inferior a ésta	Parte superior de la cara medial de la tibia	Nervio femoral (L2, L3)	Flexiona, abduce y rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera; flexiona la pierna en la articulación de la rodilla (rota la pierna medialmente cuando la rodilla está flexionada)[d]

[a] Los términos origen e inserción no se usan aquí (o en otros cuadros) ya que cambian con la función.

[b] Se indica la inervación segmentaria de la médula espinal (p. ej., «L1, L2, L3» significa que los nervios que inervan el psoas mayor derivan de los tres primeros segmentos lumbares de la médula espinal). Los números en negrita (**L1, L2**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de una de las raíces motoras que surgen de ellos produce parálisis del músculo implicado.

[c] El psoas mayor es también un músculo postural que contribuye a controlar la desviación del tronco, y es activo durante la bipedestación.

[d] Las cuatro acciones del sartorio producen la posición de entrecruzamiento de las piernas que adoptan habitualmente los sastres al sentarse, y de ahí su nombre.

zadas. Ninguna de las acciones de este músculo es pronunciada; por lo tanto, es principalmente un músculo sinérgico, que actúa junto con otros músculos del muslo que son los que producen los movimientos.

CUÁDRICEPS FEMORAL

El **cuádriceps femoral** constituye la mayor parte del volumen de los músculos anteriores del muslo y, en conjunto, supone el mayor y uno de los más potentes músculos del cuerpo. Cubre casi toda la

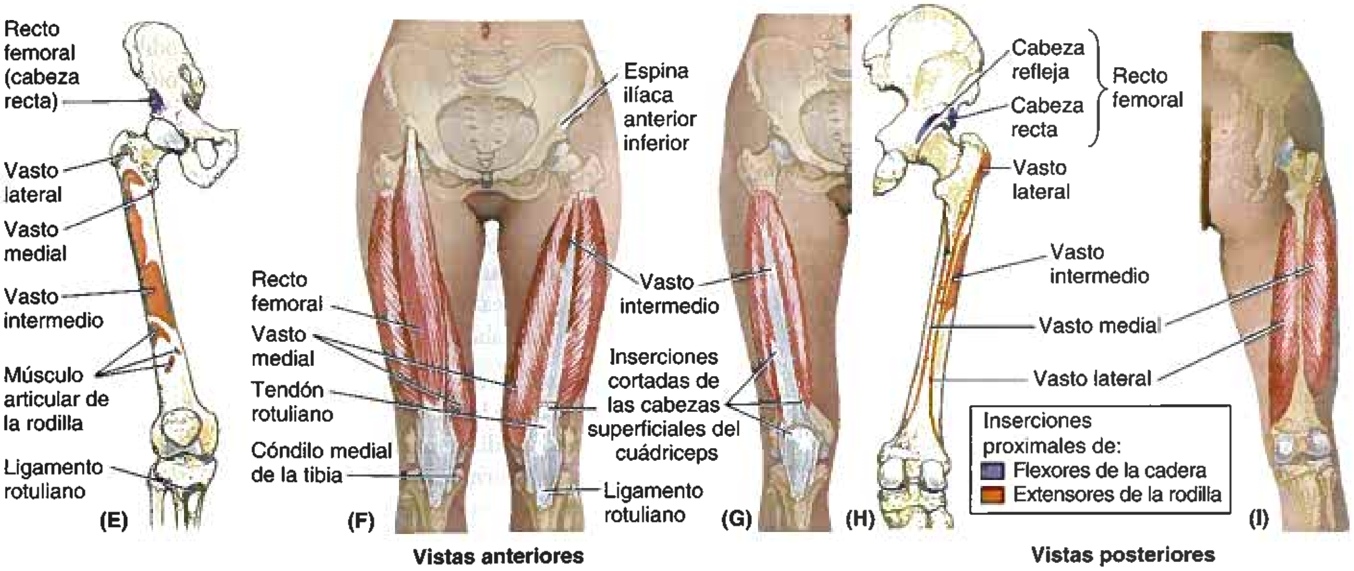

Recto femoral (cabeza recta)
Vasto lateral
Vasto medial
Vasto intermedio
Músculo articular de la rodilla
Ligamento rotuliano
(E)
Espina ilíaca anterior inferior
Recto femoral
Vasto medial
Tendón rotuliano
Cóndilo medial de la tibia
(F)
Vasto intermedio
Inserciones cortadas de las cabezas superficiales del cuádriceps
Ligamento rotuliano
(G)
(H)
Cabeza refleja
Cabeza recta
Recto femoral
Vasto lateral
Vasto intermedio
Vasto medial
Vasto lateral
Inserciones proximales de:
Flexores de la cadera
Extensores de la rodilla
(I)
Vistas anteriores
Vistas posteriores

FIGURA 5-21. *(Continuación)* **Músculos anteriores del muslo: extensores de la rodilla.**

TABLA 5-3.II. MÚSCULOS ANTERIORES DEL MUSLO: EXTENSORES DE LA RODILLA

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Cuádriceps femoral (fig. 5-21E a H)				
Recto femoral	Espina ilíaca anterior inferior e ilion, superior al acetábulo	Por medio del tendón común (tendón del cuádriceps) e inserciones independientes en la base de la rótula; indirectamente, a través del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia; los vastos medial y lateral también se insertan en la tibia y en la rótula por medio de aponeurosis (retináculos rotulianos medial y lateral)	Nervio femoral (L2, **L3, L4**)	Extienden la pierna en la articulación de la rodilla; el recto femoral también estabiliza la articulación de la cadera y ayuda al iliopsoas a flexionar el muslo
Vasto lateral	Trocánter mayor y labio lateral de la línea áspera			
Vasto medial	Línea intertrocantérea y labio medial de la línea áspera			
Vasto intermedio	Caras anterior y lateral del cuerpo del fémur			

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «L2, L3, L4» indica que los nervios que inervan el cuádriceps femoral derivan de estos tres segmentos lumbares de la médula espinal). Los números en negrita **(L3, L4)** indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos medulares o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

cara anterior y los lados del fémur (fig. 5-21E a I). El cuádriceps femoral (habitualmente denominado cuádriceps) tiene cuatro partes: *1*) recto femoral; *2*) vasto lateral; *3*) vasto intermedio, y *4*) vasto medial. En conjunto, es un músculo biarticular, capaz de actuar tanto sobre la cadera como sobre la rodilla.

El cuádriceps es el mayor músculo extensor de la pierna. La contracción concéntrica para extender la rodilla contra la fuerza de gravedad es importante al levantarse desde la posición sentada o en cuclillas, en la escalada y al subir escaleras, así como para la aceleración y proyección (carrera y salto) cuando está elevando o moviendo el peso corporal. En consecuencia, puede ser tres veces más potente que su grupo muscular antagonista: los isquiotibiales.

En la marcha en llano, los cuádriceps están activos durante la finalización de la fase de oscilación, preparando la rodilla para aceptar el peso (fig. 5-20G; tabla 5-2). Es el principal encargado de absorber el impacto de la vibración del golpe de talón, y su actividad continúa cuando se asume el peso durante la fase de apoyo inicial (respuesta de carga). También actúa como fijador en los deportes en los que se realiza flexión lateral de la rodilla, como el esquí y el tenis, y se contrae de forma excéntrica durante el descenso de una pendiente o una escalera.

Los tendones de las cuatro porciones del músculo se unen en la parte distal del muslo, para formar el **tendón del cuádriceps,** ancho, único y potente (fig. 5-21F). El **ligamento rotuliano** se une a la tuberosidad de la tibia y es la continuación del tendón del cuádriceps en el cual está incluida la rótula. La *rótula* es, por lo tanto, el mayor hueso sesamoideo del cuerpo.

Los vastos medial y lateral también se insertan independientemente en la rótula y forman aponeurosis, los **retináculos rotulianos medial** y **lateral,** que refuerzan la cápsula articular de la rodilla a cada lado de la rótula de camino a la inserción en el borde anterior de la meseta tibial. Los retináculos también mantienen la rótula alineada sobre la cara rotuliana del fémur.

La ***rótula*** proporciona una superficie ósea capaz de resistir la compresión ejercida sobre el tendón del cuádriceps al arrodillarse y la fricción que se produce cuando la rodilla se flexiona y se extiende al correr. También proporciona una acción de palanca adicional para el cuádriceps, al colocar el tendón más anteriormente, más allá del eje de la articulación, haciendo que se acerque a la tibia desde una posición con mayor ventaja mecánica. El vértice de la rótula, dirigido inferiormente, indica el nivel del plano articular de la rodilla cuando la pierna está extendida y el ligamento rotuliano tenso.

La función del cuádriceps se comprueba[2] con el paciente en decúbito supino y la rodilla en flexión parcial. La persona extiende la rodilla contra resistencia. Durante la prueba, debe poder observarse y palparse la contracción del recto femoral si el músculo está actuando normalmente, lo que indica que la inervación está intacta.

Recto femoral. El músculo **recto femoral** recibe este nombre por su trayecto recto descendente a lo largo del muslo. Debido a sus inserciones en el hueso coxal y la tibia, a través del ligamento rotuliano (fig. 5-21E y F), *cruza dos articulaciones*, por lo que es capaz de flexionar el muslo en la articulación de la cadera y de extender la pierna en la articulación de la rodilla. El recto femoral es la única parte del cuádriceps que cruza la articulación de la cadera y, como flexor de ésta, actúa con el iliopsoas y como él durante las fases de preoscilación y oscilación inicial de la marcha (fig. 5-20F; tabla 5-2).

La capacidad del recto femoral para extender la rodilla se ve afectada durante la flexión de la cadera, aunque contribuye a la fuerza de extensión durante la fase de despegue de la marcha, cuando el muslo está extendido. Es particularmente eficaz en los movimientos que combinan la extensión de la rodilla y la flexión de la cadera desde una posición de hiperextensión de la cadera y flexión de la rodilla, como en la posición inicial para patear un balón de fútbol. Puede lesionarse y sufrir avulsión de la espina ilíaca anterior inferior durante la patada; de ahí la denominación de «músculo de la patada». Una pérdida de función del recto femoral puede disminuir la potencia de la flexión del muslo hasta en un 17 %.

Músculos vastos. Los nombres de los tres grandes **músculos vastos** indican su posición alrededor del cuerpo del fémur (fig. 5-21E a I; tabla 5-3.II):

- El **vasto lateral,** el componente mayor del cuádriceps, se localiza en la cara lateral del muslo.
- El **vasto medial** cubre la cara medial del muslo.
- El **vasto intermedio** se sitúa profundo respecto al recto femoral, entre el vasto medial y el vasto lateral.

Es difícil aislar la función de los tres músculos vastos.

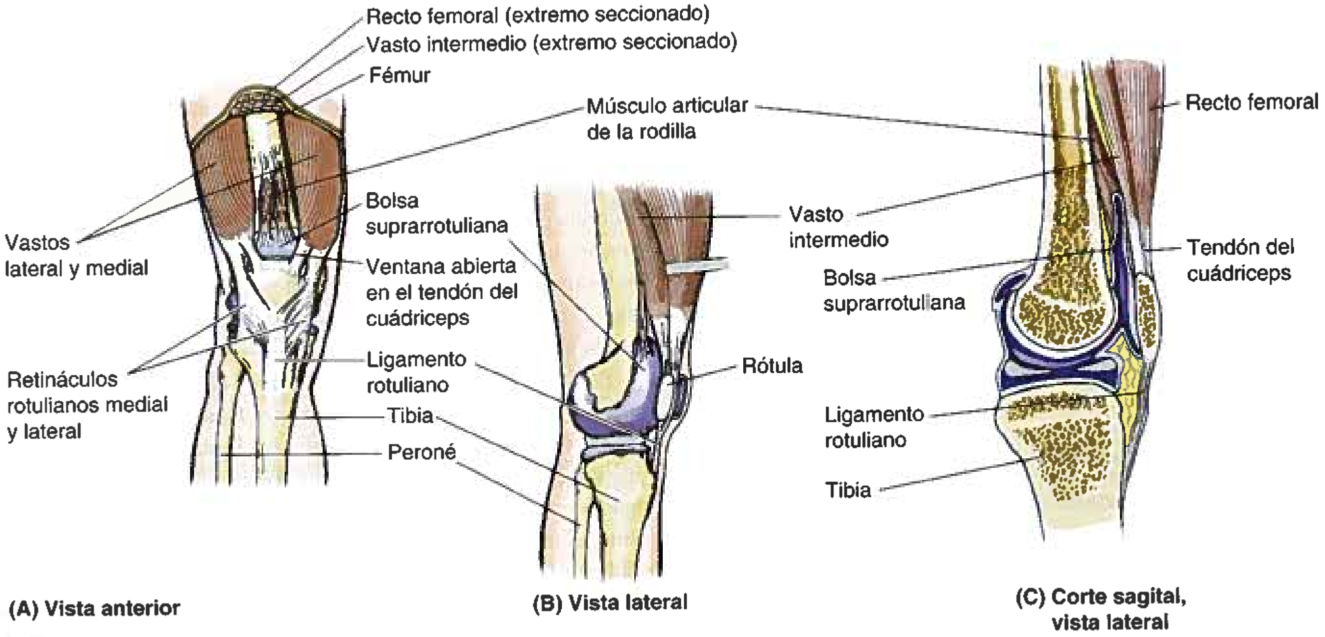
Un pequeño músculo plano, el **músculo articular de la rodilla,** derivado del vasto intermedio, suele constar de un número variable de fascículos musculares que se insertan superiormente en la parte inferior de la cara anterior del fémur, e inferiormente en la membrana sinovial de la articulación de la rodilla y la pared de la *bolsa suprarrotuliana* (figs. 5-21E y 5-22). El músculo tira de la membrana sinovial hacia arriba durante la extensión de la pierna, con lo que evita que los pliegues de la membrana sean comprimidos entre el fémur y la rótula dentro de la articulación de la rodilla.

Músculos mediales del muslo

Los músculos del compartimiento medial del muslo constituyen el **grupo aductor,** que está formado por el aductor largo, el aductor corto, el aductor mayor, el grácil y el obturador externo (fig. 5-23).

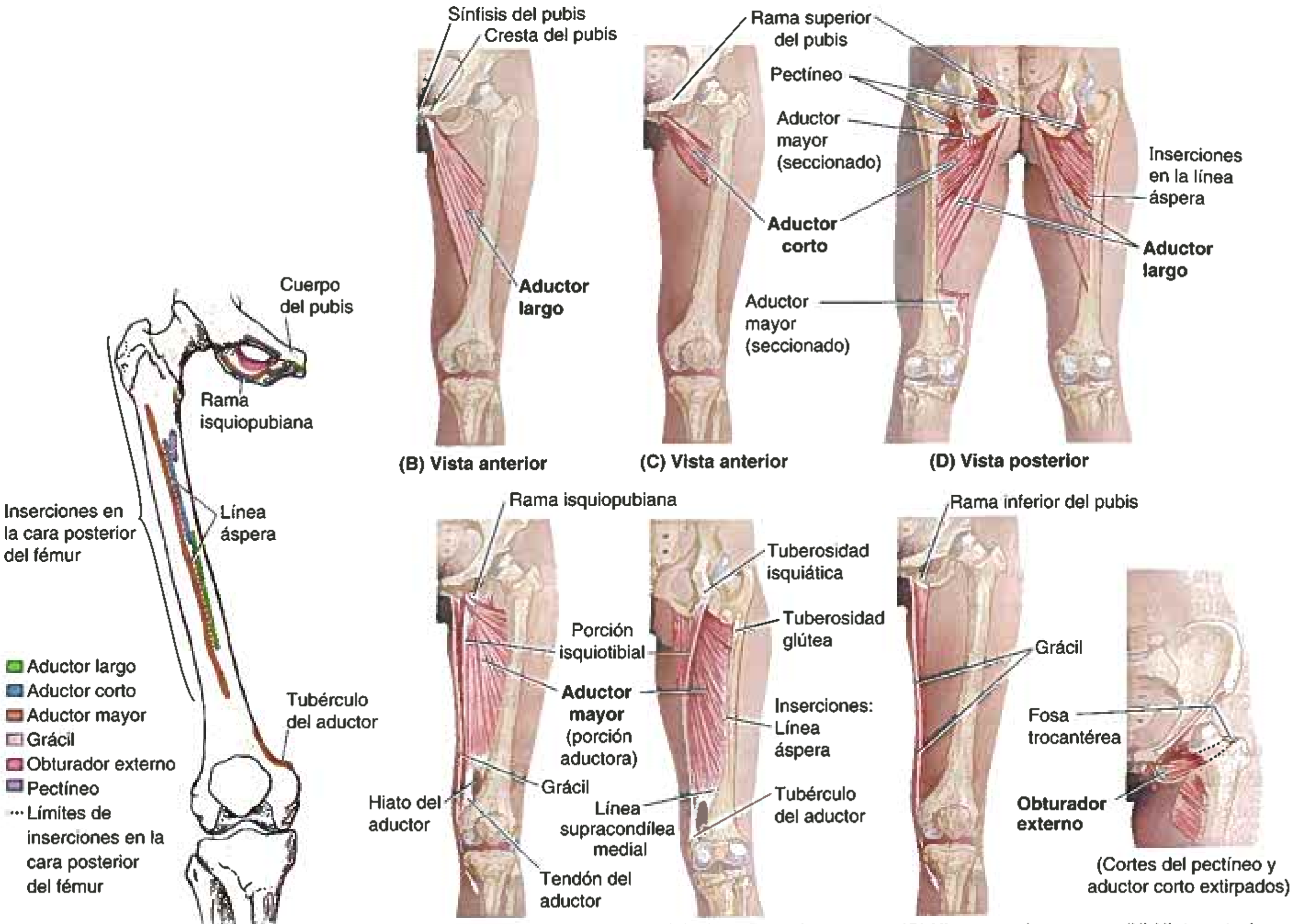
---

[2] Existen libros dedicados exclusivamente a la valoración funcional de los músculos. Aquí sólo se dan algunos ejemplos importantes de utilidad para los profesionales sanitarios de atención primaria.


Recto femoral (extremo seccionado)
Vasto intermedio (extremo seccionado)
Fémur
Músculo articular de la rodilla
Bolsa suprarrotuliana
Vastos lateral y medial
Ventana abierta en el tendón del cuádriceps
Retináculos rotulianos medial y lateral
Ligamento rotuliano
Tibia
Peroné
Rótula
Vasto intermedio
Bolsa suprarrotuliana
Ligamento rotuliano
Tibia
Recto femoral
Tendón del cuádriceps

(A) Vista anterior **(B) Vista lateral** **(C) Corte sagital, vista lateral**

FIGURA 5-22. Bolsa suprarrotuliana y músculo articular de la rodilla. En A y en B se representa la bolsa suprarrotuliana, normalmente un espacio potencial que se extiende entre el cuádriceps y el fémur (exagerado en el esquema que se muestra en C), como si estuviera inyectada con látex.


Sínfisis del pubis
Cresta del pubis
Aductor largo
Rama superior del pubis
Pectíneo
Aductor mayor (seccionado)
Aductor corto
Aductor mayor (seccionado)
Inserciones en la línea áspera
Aductor largo
Cuerpo del pubis
Rama isquiopubiana
Inserciones en la cara posterior del fémur
Línea áspera
🟩 Aductor largo
🟦 Aductor corto
🟥 Aductor mayor
▨ Grácil
🟥 Obturador externo
🟪 Pectíneo
··· Límites de inserciones en la cara posterior del fémur
Tubérculo del aductor
Rama isquiopubiana
Porción isquiotibial
Aductor mayor (porción aductora)
Grácil
Hiato del aductor
Línea supracondílea medial
Tendón del aductor
Tuberosidad isquiática
Tuberosidad glútea
Inserciones: Línea áspera
Tubérculo del aductor
Rama inferior del pubis
Grácil
Fosa trocantérea
Obturador externo
(Cortes del pectíneo y aductor corto extirpados)

(A) Vista anterior (B) Vista anterior (C) Vista anterior (D) Vista posterior (E) Vista anterior (F) Vista posterior (G) Vista anterior (H) Vista anterior

FIGURA 5-23. Músculos mediales del muslo: aductores del muslo.

TABLA 5-4. MÚSCULOS MEDIALES DEL MUSLO: ADUCTORES DEL MUSLO

Músculo[a]	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[b]	Acción principal
Aductor largo (fig. 5-23E y G)	Cuerpo del pubis, inferior a la cresta del pubis	Tercio medio de la línea áspera del fémur	Ramo del nervio obturador, división anterior (L2, **L3**, **L4**)	Aduce el muslo
Aductor corto (fig. 5-23F y G)	Cuerpo y rama inferior del pubis	Línea pectínea y parte proximal de la línea áspera del fémur		Aduce el muslo y, en cierta medida, lo flexiona
Aductor mayor (fig. 5-23C, D y G)	Porción aductora: rama inferior del pubis, rama del isquion Porción isquiotibial: tuberosidad isquiática	Porción aductora: tuberosidad glútea, línea áspera, línea supracondílea medial Porción isquiotibial: tubérculo del aductor	Porción aductora: nervio obturador (L2, **L3**, **L4**), ramos de la división posterior Porción isquiotibial: componente tibial del nervio ciático (**L4**)	Aduce el muslo. Su porción aductora también flexiona el muslo y su porción isquiotibial lo extiende
Grácil (fig. 5-23H)	Cuerpo y rama inferior del pubis	Parte superior de la cara medial de la tibia	Nervio obturador (**L2**, L3)	Aduce el muslo, flexiona la pierna y ayuda a rotarla medialmente
Obturador externo	Bordes del agujero obturado y membrana obturatriz	Fosa trocantérea del fémur	Nervio obturador (L3, **L4**)	Rota lateralmente el muslo; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo

[a] En conjunto, los cinco músculos citados son los aductores del muslo, aunque sus acciones son más complejas (p. ej., actúan como flexores de la articulación de la cadera durante la flexión de la articulación de la rodilla, y son activos durante la marcha).

[b] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «L2, **L3**, L4» indica que los nervios que inervan el aductor largo derivan de los segmentos lumbares segundo a cuarto de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**L3**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

En general, se insertan proximalmente en la cara externa anteroinferior de la pelvis ósea (pubis, rama isquiopubiana y tuberosidad isquiática) y la membrana obturatriz adyacente, y distalmente en la línea áspera del fémur (fig. 5-23A; tabla 5-4).

Todos los músculos aductores, salvo la porción «isquiotibial» del aductor mayor y parte del pectíneo, están inervados por el *nervio obturador* (L2-4). La porción isquiotibial del aductor mayor está inervada por el componente tibial del nervio ciático (L4). En la tabla 5-4 se muestran los detalles de las inserciones, la inervación y las acciones de estos músculos.

ADUCTOR LARGO

El **aductor largo** es un músculo grande, en forma de abanico, que ocupa la localización más anterior del grupo aductor. Este músculo triangular se origina mediante un fuerte tendón en la cara anterior del cuerpo del pubis, inmediatamente por debajo del tubérculo del pubis (vértice del triángulo), y se expande para insertarse en la línea áspera del fémur (base del triángulo) (fig. 5-23A y B); de esta forma, cubre las caras anteriores del aductor corto y la parte media del aductor mayor.

ADUCTOR CORTO

El **aductor corto** se encuentra profundo con respecto al pectíneo y el aductor largo en su origen a partir del cuerpo y la rama inferior del pubis. Se ensancha al pasar distalmente para insertarse en la parte superior de la línea áspera (fig. 5-23A, C y D).

Cuando el nervio obturador sale por el conducto obturador para entrar en el compartimiento medial del muslo, se escinde en una división anterior y otra posterior. Ambas divisiones pasan por delante y por detrás del aductor corto, y esta relación característica es útil para identificar el músculo durante la disección y en las secciones transversales anatómicas.

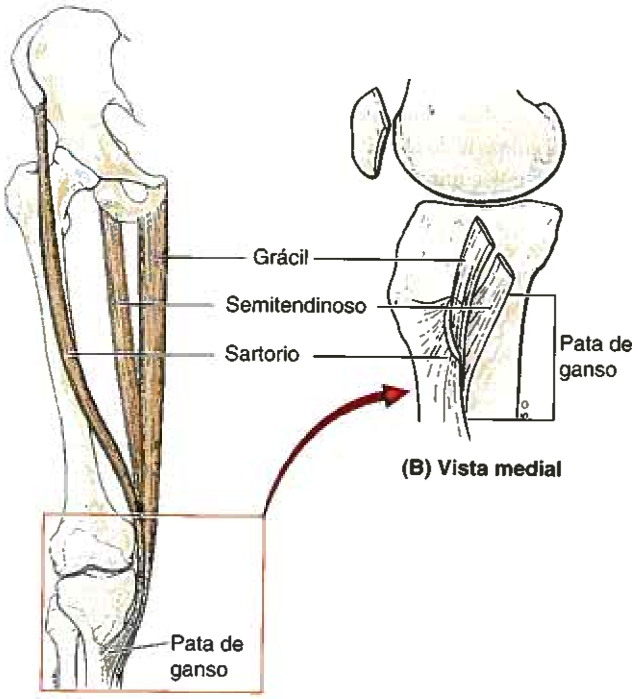
ADUCTOR MAYOR

El **aductor mayor** es el músculo de mayor tamaño, más potente y más posterior del grupo aductor. Es un músculo triangular, compuesto, con un borde medial grueso que tiene una *porción aductora* y una *porción isquiotibial*, que difieren en sus inserciones, inervación y acciones principales (tabla 5-4).

La parte aductora se expande ampliamente para formar una inserción distal aponeurótica a lo largo de toda la línea áspera del fémur, extendiéndose inferiormente sobre la cresta supracondílea medial (fig. 5-23A, E y F). La porción isquiotibial tiene una inserción distal tendinosa en el tubérculo aductor.

GRÁCIL

El **grácil** es un músculo alargado, en forma de cinta, que ocupa la localización más medial del muslo. Es el más superficial del grupo aductor y también el más débil, y es el único del grupo que cruza la articulación de la rodilla y la de la cadera. Se une a otros dos músculos biarticulares de los otros dos compartimientos (el *sartorio* y el *semitendinoso*) (fig. 5-24). Por tanto, los tres músculos están inervados por tres nervios diferentes. Presentan una inserción tendinosa común, la **pata de ganso,** en la porción superior de la cara medial de la tibia.



(B) Vista medial

(A) Vista anterior

FIGURA 5-24. **Pata de ganso. A.** Músculos que contribuyen. **B.** Tendones que convergen y forman la pata de ganso.

El músculo grácil es sinérgico en la aducción del muslo, la flexión de la rodilla y la rotación medial de la pierna, cuando la rodilla está en flexión. Actúa con los otros dos músculos de la «pata de ganso» añadiendo estabilidad a la cara medial de la rodilla extendida, como hacen el glúteo mayor y el tensor de la fascia lata a través del tracto iliotibial en el lado lateral.

OBTURADOR EXTERNO

El **obturador externo** es un músculo aplanado, relativamente pequeño, en forma de abanico, que se localiza profundamente en la porción superomedial del muslo. Se extiende desde la cara externa de la membrana obturatriz y el hueso circundante de la pelvis hasta la cara posterior del trocánter mayor, pasando directamente por debajo del acetábulo y el cuello del fémur (fig. 5-23H).

ACCIONES DE LOS ADUCTORES DEL MUSLO

Desde la posición anatómica, la principal acción del grupo de músculos aductores es desplazar el muslo medialmente, hacia el plano medio o más allá. Tres aductores (largo, corto y mayor) se utilizan en todos los movimientos que conllevan la aducción de los muslos (p. ej., presión uno contra otro al montar a caballo).

También se utilizan para estabilizar el apoyo en bipedestación, para corregir un balanceo lateral del tronco o cuando la superficie que sirve de apoyo se desplaza de un lado a otro (zarandeo de un barco, mantenerse en pie sobre una tabla de equilibrio). Se usan también al chutar con la cara medial del pie y al nadar. Finalmente, contribuyen a la flexión del muslo en extensión, y a la extensión del muslo flexionado al correr o contra resistencia.

Los aductores en conjunto constituyen una gran masa muscular. Aunque son importantes en muchas actividades, se ha demostrado que una disminución de hasta el 70 % de su función sólo causa una leve o moderada alteración de la función de la cadera (Markhede y Stener, 1981).

La función de los músculos mediales del muslo se comprueba con el paciente en decúbito supino y la rodilla en extensión (recta). El paciente realiza la aducción contra resistencia y, si los músculos aductores no están alterados, pueden palparse fácilmente los extremos proximales del músculo grácil y el aductor largo.

HIATO DEL ADUCTOR

El **hiato del aductor** es una abertura o espacio entre la inserción aponeurótica distal de la porción aductora del aductor mayor y la inserción tendinosa distal de la porción isquiotibial (fig. 5-23E). Por este espacio pasan la arteria y la vena femorales desde el conducto aductor del muslo hasta la fosa poplítea posterior a la rodilla. La abertura se localiza inmediatamente lateral y superior al tubérculo del aductor del fémur.

Estructuras vasculonerviosas y relaciones en la porción anteromedial del muslo

TRIÁNGULO FEMORAL

El **triángulo femoral,** un espacio subfascial, es un punto de referencia triangular para la disección y para comprender las relaciones de las estructuras de la ingle (fig. 5-25A y B). En la persona viva se observa como una depresión triangular, inferior al ligamento inguinal cuando el muslo está flexionado, abducido y en rotación lateral (fig. 5-25A). El triángulo femoral está limitado (fig. 5-25B):

- Superiormente por el *ligamento inguinal* (borde inferior engrosado de la aponeurosis del oblicuo externo), que forma la *base del triángulo femoral.*
- Medialmente por el borde lateral del aductor largo.
- Lateralmente por el sartorio; el *vértice del triángulo femoral* se encuentra donde el borde medial del sartorio cruza el borde lateral del aductor largo.

El *suelo* (muscular) *del triángulo femoral* está formado por el iliopsoas lateralmente y por el pectíneo medialmente. El *techo del triángulo femoral* está formado por la fascia lata, la fascia cribiforme, tejido subcutáneo y piel.

El ligamento inguinal actúa realmente como un retináculo flexor, manteniendo las estructuras que pasan por delante de la articulación de la cadera contra la articulación cuando se flexiona el muslo. Profundo al ligamento inguinal, el **espacio retroinguinal** (creado cuando el ligamento inguinal se expande sobre el espacio entre los dos salientes óseos en que se inserta, la EIAS y el tubérculo del pubis) es una importante vía de paso que conecta el tronco/cavidad abdominopélvica con el miembro inferior (fig. 5-26A y B).

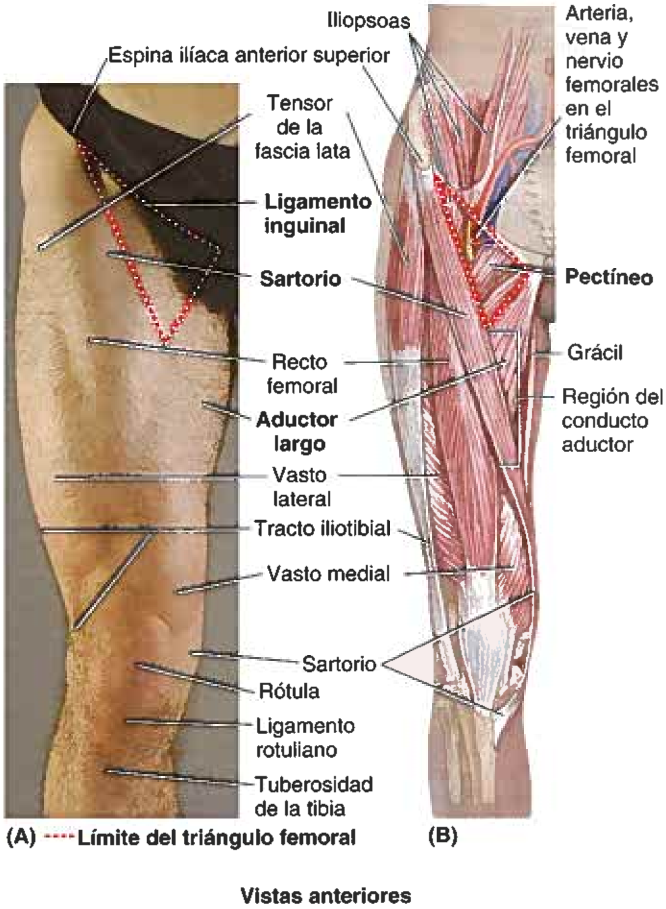


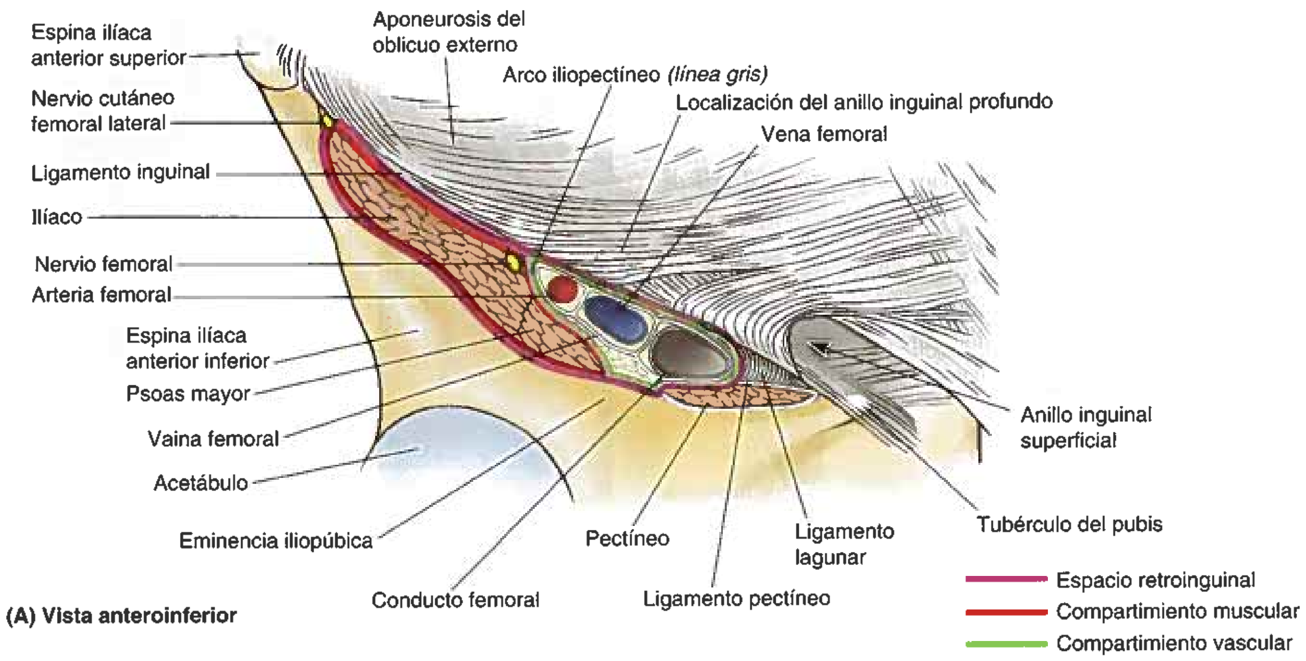
FIGURA 5-25. Anatomía de superficie del triángulo femoral. A. Anatomía de superficie. **B.** Estructuras subyacentes.

El espacio retroinguinal se divide en dos compartimientos, o lagunas, por un engrosamiento de la fascia del iliopsoas, el **arco iliopectíneo,** que pasa entre la superficie profunda del ligamento inguinal y la *eminencia iliopúbica* (v. fig. 5-6B). Lateral al arco iliopectíneo se encuentra la **laguna muscular del espacio retroinguinal,** a través de la cual pasan el músculo iliopsoas y el nervio femoral desde la pelvis mayor a la cara anterior del muslo (fig. 5-26A y B). Medial respecto al arco, la **laguna vascular del espacio retroinguinal** permite el paso de estructuras vasculares importantes (venas, arteria y linfáticos) entre la pelvis mayor y el triángulo femoral. Al entrar en este último, la denominación de los vasos cambia de *ilíacos externos* a *femorales.*

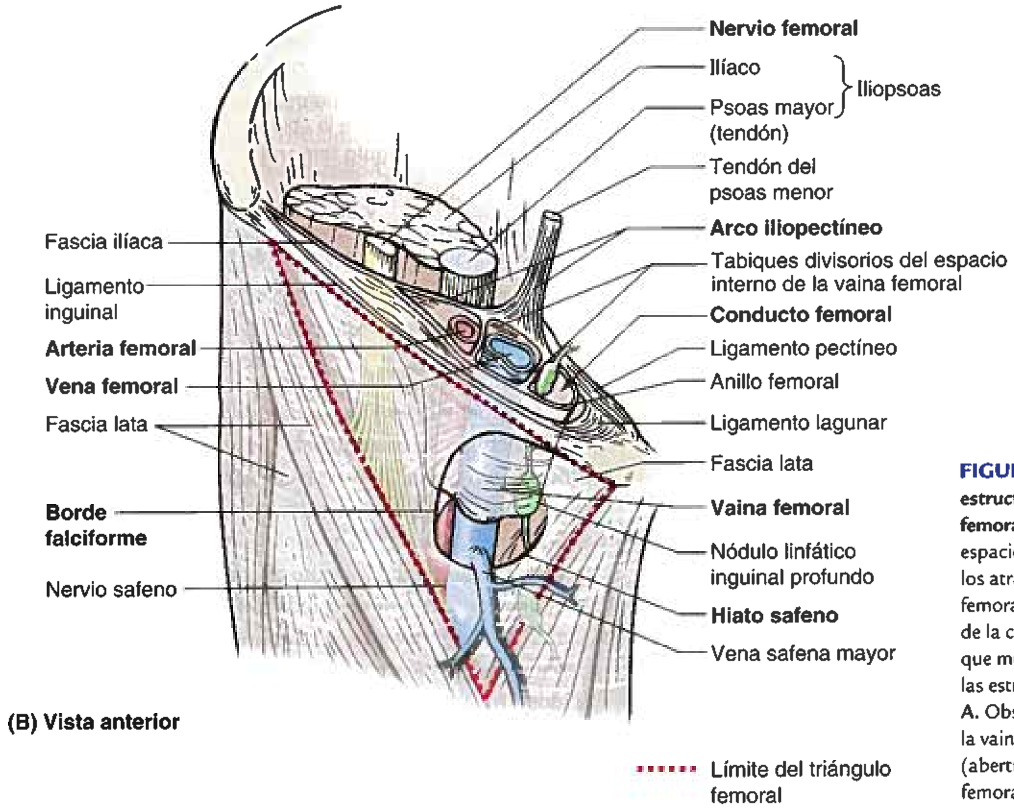
De lateral a medial, el triángulo femoral contiene (figs. 5-26B y 5-27A y B):

- El nervio femoral y sus ramos (terminales).
- La vaina femoral y su contenido:
  (1) La arteria femoral y varias de sus ramas.
  (2) La vena femoral y sus tributarias proximales (p. ej., la vena safena mayor y las venas femorales profundas).
  (3) Los nódulos linfáticos inguinales profundos y los vasos linfáticos asociados.

La arteria y la vena femorales, que pasan hacia y desde el conducto aductor inferiormente, realizan la bisección del triángulo femoral en su vértice (fig. 5-27A). El **conducto aductor** es una


Espina ilíaca anterior superior
Nervio cutáneo femoral lateral
Ligamento inguinal
Ilíaco
Nervio femoral
Arteria femoral
Espina ilíaca anterior inferior
Psoas mayor
Vaina femoral
Acetábulo
Eminencia iliopúbica
Conducto femoral
Aponeurosis del oblicuo externo
Arco iliopectíneo (línea gris)
Localización del anillo inguinal profundo
Vena femoral
Anillo inguinal superficial
Tubérculo del pubis
Pectíneo
Ligamento lagunar
Ligamento pectíneo
Espacio retroinguinal
Compartimiento muscular
Compartimiento vascular

(A) Vista anteroinferior


Nervio femoral
Ilíaco
Psoas mayor (tendón)
Iliopsoas
Tendón del psoas menor
Arco iliopectíneo
Tabiques divisorios del espacio interno de la vaina femoral
Conducto femoral
Ligamento pectíneo
Anillo femoral
Ligamento lagunar
Fascia lata
Vaina femoral
Nódulo linfático inguinal profundo
Hiato safeno
Vena safena mayor
Fascia ilíaca
Ligamento inguinal
Arteria femoral
Vena femoral
Fascia lata
Borde falciforme
Nervio safeno
Límite del triángulo femoral

(B) Vista anterior

FIGURA 5-26. Espacio retroinguinal; estructura y contenido de la vaina femoral. A. Compartimientos del espacio retroinguinal y estructuras que los atraviesan para entrar en el triángulo femoral. **B.** Disección del extremo superior de la cara anterior del muslo derecho que muestra la continuación distal de las estructuras que se han cortado en A. Obsérvense los compartimientos en la vaina femoral. El extremo proximal (abertura abdominal) del conducto femoral es el anillo femoral.

vía de paso intermuscular, profunda con respecto al sartorio, por donde el importante paquete vasculonervioso del muslo atraviesa el tercio medio de éste (figs. 5-27B y 5-30).

NERVIO FEMORAL

El **nervio femoral** (L2-4) es el mayor de los ramos del plexo lumbar. Se origina en el abdomen dentro del psoas mayor y desciende posterolateralmente a través de la pelvis hacia, aproximadamente, el punto medio del ligamento inguinal (figs. 5-26B y 5-27A). A continuación, pasa profundo respecto a este ligamento y entra en el triángulo femoral, lateral a los vasos femorales.

Tras entrar en el triángulo femoral, el nervio femoral se divide en varios ramos para los músculos anteriores del muslo. También proporciona ramos articulares para las articulaciones de la cadera

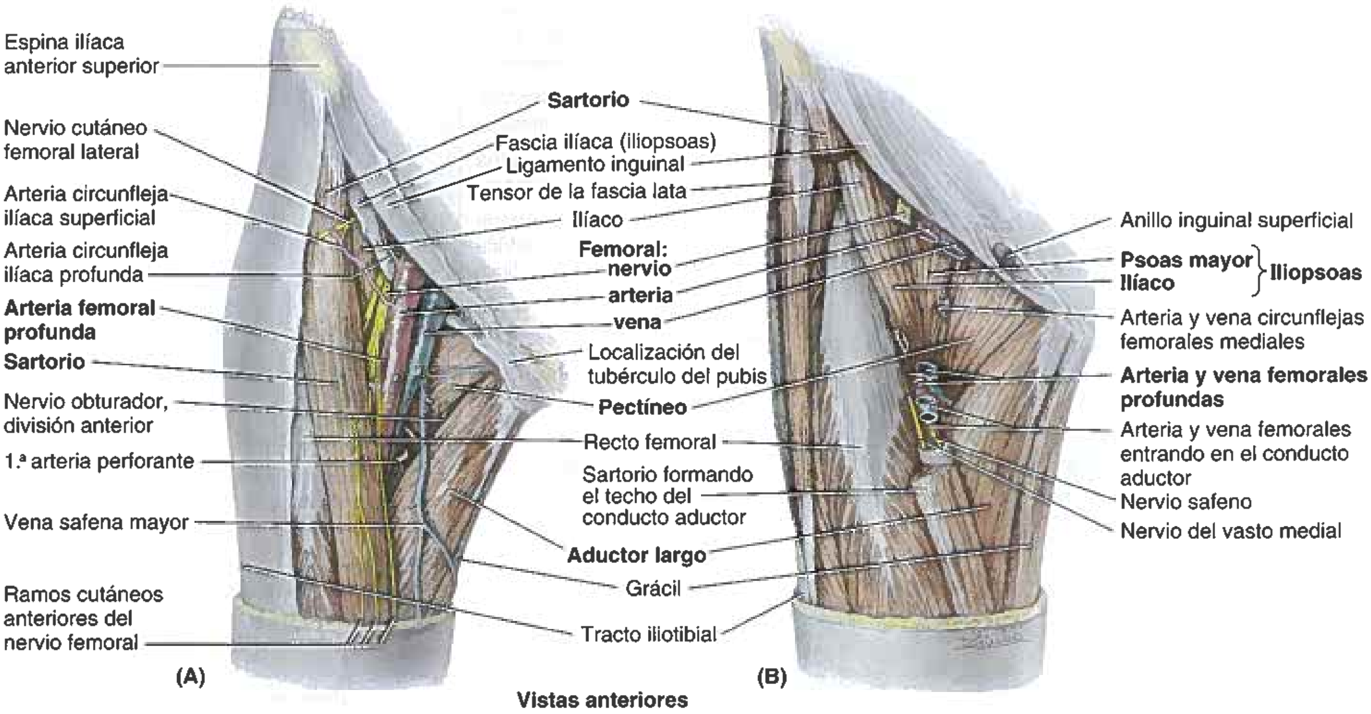

Espina ilíaca anterior superior
Nervio cutáneo femoral lateral
Arteria circunfleja ilíaca superficial
Arteria circunfleja ilíaca profunda
Arteria femoral profunda
Sartorio
Nervio obturador, división anterior
1.ª arteria perforante
Vena safena mayor
Ramos cutáneos anteriores del nervio femoral
(A)
Sartorio
Fascia ilíaca (iliopsoas)
Ligamento inguinal
Tensor de la fascia lata
Ilíaco
Femoral:
nervio
arteria
vena
Localización del tubérculo del pubis
Pectíneo
Recto femoral
Sartorio formando el techo del conducto aductor
Aductor largo
Grácil
Tracto iliotibial
Vistas anteriores
(B)
Anillo inguinal superficial
Psoas mayor
Ilíaco
Iliopsoas
Arteria y vena circunflejas femorales mediales
Arteria y vena femorales profundas
Arteria y vena femorales entrando en el conducto aductor
Nervio safeno
Nervio del vasto medial

FIGURA 5-27. **Estructuras del triángulo femoral. A.** Límites y contenido del triángulo femoral. El triángulo está limitado superiormente por el ligamento inguinal, medialmente por el músculo aductor largo y lateralmente por el músculo sartorio. El nervio y los vasos femorales entran en la base del triángulo superiormente, y salen por su vértice inferiormente. **B.** En esta disección más profunda se han retirado porciones del sartorio y del nervio y los vasos femorales. Obsérvense los músculos que forman el suelo del triángulo femoral: el iliopsoas lateralmente y el pectíneo medialmente. De las estructuras vasculonerviosas del vértice del triángulo femoral, los dos vasos anteriores (arteria y vena femoral) y los dos nervios entran en el conducto aductor (anterior al aductor largo), y los dos vasos posteriores (arteria y venas femorales profundas) discurren profundamente (posteriores) al aductor largo.

y la rodilla, y varios ramos cutáneos para la cara anteromedial del muslo (tabla 5-1).

El ramo cutáneo terminal del nervio femoral, el **nervio safeno,** desciende a través del triángulo femoral, lateral respecto a la vaina femoral que contiene los vasos femorales (figs. 5-26B y 5-27A). El nervio safeno acompaña a la arteria y la vena femorales a través del conducto aductor, y se hace superficial al pasar entre los músculos sartorio y grácil cuando los vasos femorales atraviesan el hiato del aductor en el extremo distal del conducto. Discurre anteroinferior para inervar la piel y la fascia de las caras anteromediales de la rodilla, la pierna y el pie.

VAINA FEMORAL

La **vaina femoral** es un tubo de fascia, en forma de embudo y de longitud variable (normalmente 3-4 cm), que pasa en profundidad respecto al ligamento inguinal y reviste la laguna vascular del espacio retroinguinal (fig. 5-28). Termina inferiormente, fusionándose con la túnica adventicia de los vasos femorales. La vaina envuelve las partes proximales de los vasos femorales y crea el conducto femoral, medial a éstos (figs. 5-26B y 5-28B).

La vaina femoral está formada por una prolongación inferior de las fascias transversal y del iliopsoas desde el abdomen. No envuelve al nervio femoral ya que éste pasa a través de la laguna muscular. Cuando se encuentra una vaina femoral larga (se extiende más distalmente), su pared medial está atravesada por la vena safena mayor y vasos linfáticos (fig. 5-28).

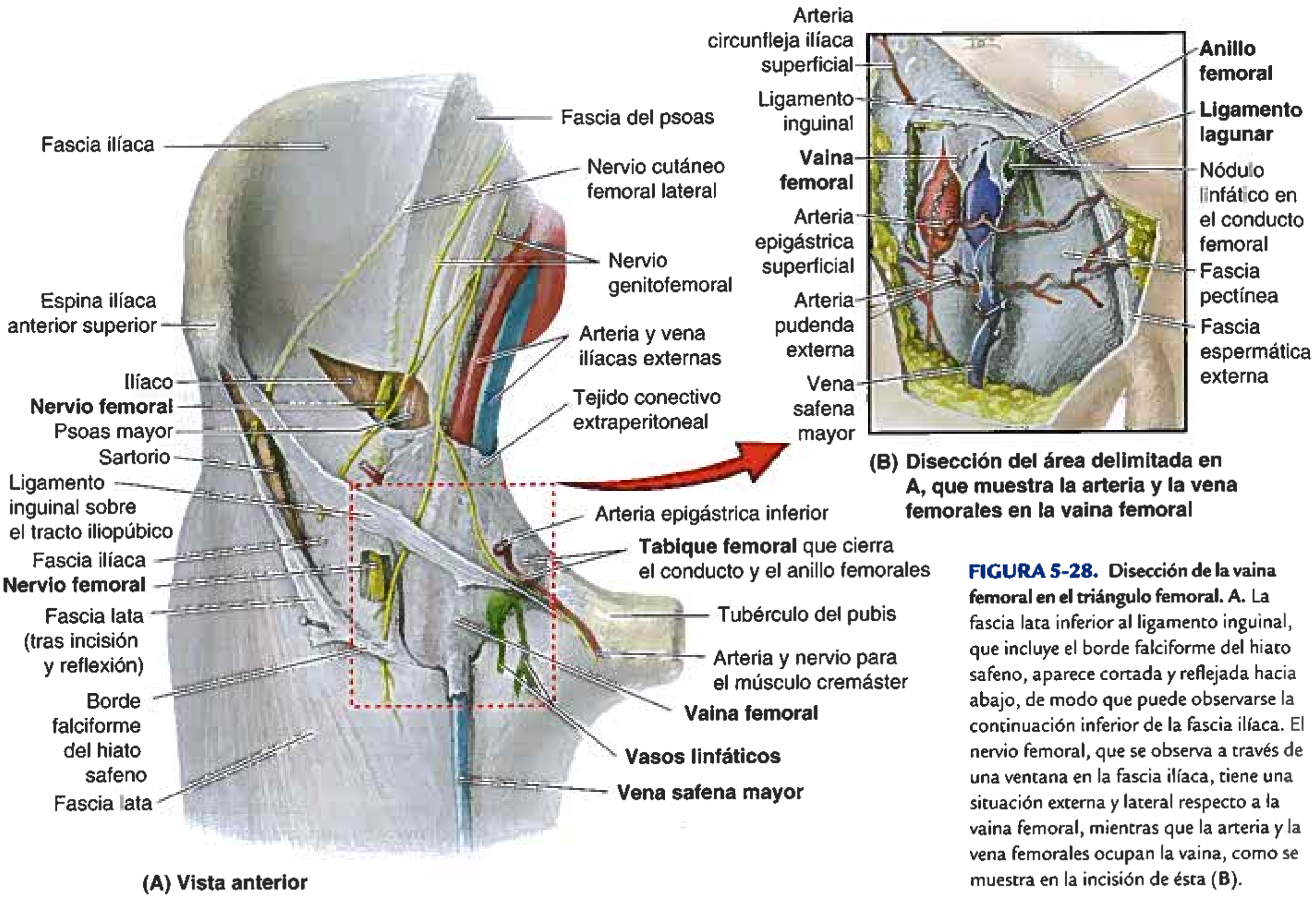
La vaina femoral permite que la arteria y la vena femorales se deslicen profundas respecto al ligamento inguinal durante los movimientos de la articulación de la cadera.

La vaina femoral que reviste la laguna vascular se subdivide internamente en tres compartimientos más pequeños por tabiques verticales de tejido conectivo extraperitoneal, que se extienden desde el abdomen a lo largo de los vasos femorales (figs. 5-26B y 5-28B). Los compartimientos de la vaina femoral son:

- El *compartimiento lateral,* para la arteria femoral.
- El *compartimiento intermedio,* para la vena femoral.
- El *compartimiento medio,* que constituye el conducto femoral.

El **conducto femoral** es el más pequeño de los tres compartimientos de la vaina femoral. Es corto (1,25 cm, aproximadamente) y cónico, y se encuentra entre el borde medial de la vaina femoral y la vena femoral. El conducto femoral:

- Se extiende distalmente hasta el nivel del borde proximal del hiato safeno.
- Permite la expansión de la vena femoral cuando el retorno venoso desde el miembro inferior aumenta, o cuando el aumento de la presión intraabdominal causa una estasis temporal en la vena (como durante una *maniobra de Valsalva*).


Fascia ilíaca
Fascia del psoas
Nervio cutáneo femoral lateral
Nervio genitofemoral
Espina ilíaca anterior superior
Arteria y vena ilíacas externas
Ilíaco
Nervio femoral
Psoas mayor
Sartorio
Tejido conectivo extraperitoneal
Ligamento inguinal sobre el tracto iliopúbico
Arteria epigástrica inferior
Fascia ilíaca
Nervio femoral
Tabique femoral que cierra el conducto y el anillo femorales
Fascia lata (tras incisión y reflexión)
Tubérculo del pubis
Arteria y nervio para el músculo cremáster
Borde falciforme del hiato safeno
Vaina femoral
Vasos linfáticos
Fascia lata
Vena safena mayor
Arteria circunfleja ilíaca superficial
Ligamento inguinal
Vaina femoral
Arteria epigástrica superficial
Arteria pudenda externa
Vena safena mayor
Anillo femoral
Ligamento lagunar
Nódulo linfático en el conducto femoral
Fascia pectínea
Fascia espermática externa

(A) Vista anterior

(B) Disección del área delimitada en A, que muestra la arteria y la vena femorales en la vaina femoral

FIGURA 5-28. Disección de la vaina femoral en el triángulo femoral. A. La fascia lata inferior al ligamento inguinal, que incluye el borde falciforme del hiato safeno, aparece cortada y reflejada hacia abajo, de modo que puede observarse la continuación inferior de la fascia ilíaca. El nervio femoral, que se observa a través de una ventana en la fascia ilíaca, tiene una situación externa y lateral respecto a la vaina femoral, mientras que la arteria y la vena femorales ocupan la vaina, como se muestra en la incisión de ésta (**B**).

- Contiene tejido conectivo laxo, grasa, algunos vasos linfáticos y, a veces, un nódulo linfático inguinal profundo (nódulo lagunar).

La *base del conducto femoral,* formada por la pequeña abertura oval proximal (de 1 cm de ancho, aproximadamente) en su extremo abdominal, es el **anillo femoral.** Esta abertura está ocluida por tejido adiposo extraperitoneal que forma el **tabique femoral,** orientado transversalmente (fig. 5-28A). La superficie abdominal del tabique está cubierta por peritoneo parietal. El tabique femoral está atravesado por vasos linfáticos que conectan los nódulos linfáticos inguinales e ilíacos externos.

Los *límites del anillo femoral* son (fig. 5-26B):

- *Lateralmente,* el tabique vertical entre el conducto femoral y la vena femoral.
- *Posteriormente,* la rama superior del pubis cubierta por el músculo pectíneo y su fascia.
- *Medialmente,* el ligamento lagunar.
- *Anteriormente,* la parte medial del ligamento inguinal.

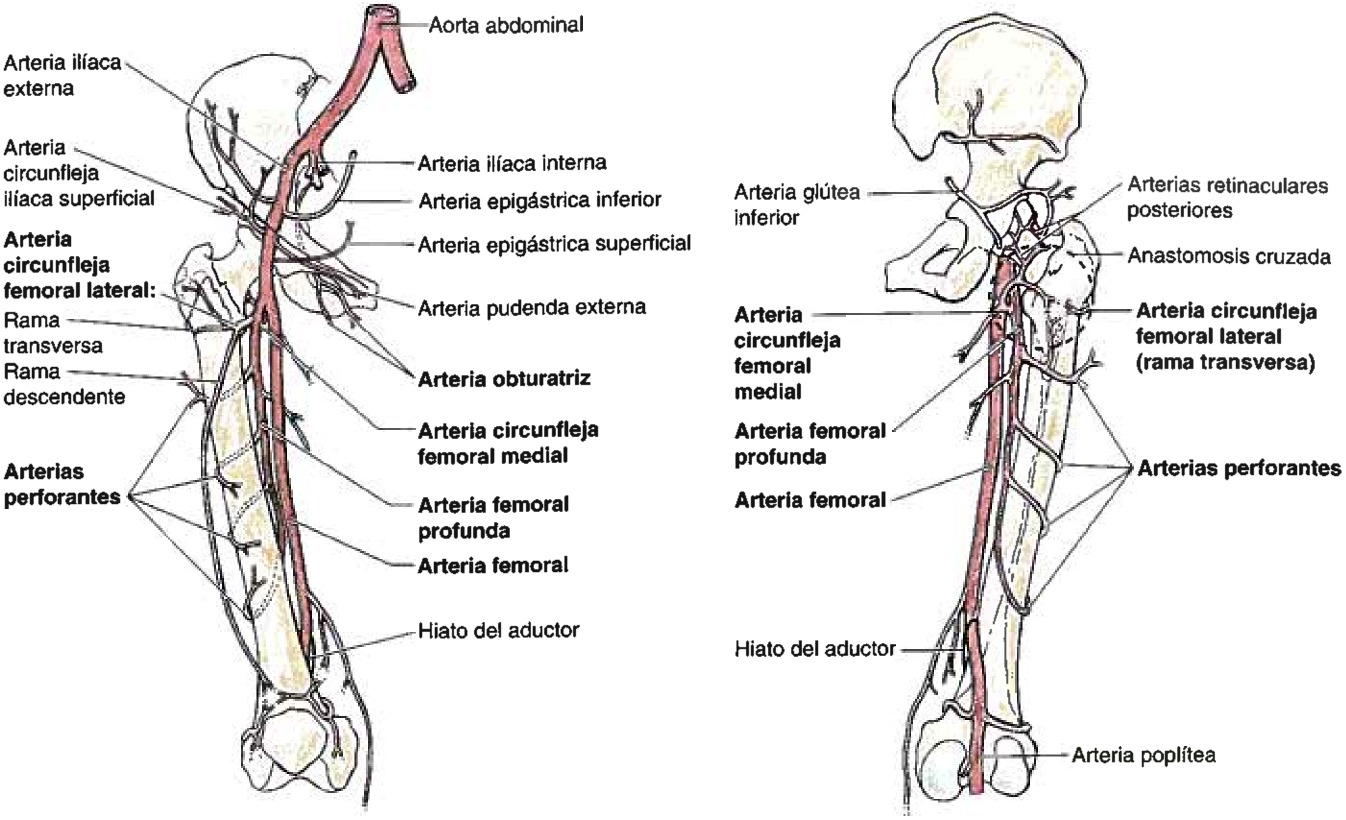
ARTERIA FEMORAL

Los detalles sobre el origen, el trayecto y la distribución de las arterias del muslo se muestran en la figura 5-29 y se describen en la tabla 5-3.

La **arteria femoral,** la continuación de la arteria ilíaca externa distal al ligamento inguinal, es la principal arteria del miembro inferior (figs. 5-26 a 5-29; tabla 5-5). Entra en el *triángulo femoral* profunda respecto al punto medio del ligamento inguinal (a medio camino entre la EIAS y el tubérculo del pubis), lateral a la vena femoral (fig. 5-30A). El pulso de la arteria femoral se palpa en el triángulo gracias a su posición relativamente superficial, profunda (posterior) a la fascia lata. Se sitúa y desciende sobre los bordes adyacentes de los músculos iliopsoas y pectíneo, que forman el suelo del triángulo femoral. La arteria epigástrica superficial, la arteria circunfleja ilíaca superficial (y a veces la profunda), y las arterias pudendas externas superficial y profunda, se originan de la cara anterior de la parte proximal de la arteria femoral.

La **arteria femoral profunda** es la mayor de las ramas de la arteria femoral y la principal arteria del muslo (fig. 5-29). Se origina de la cara lateral o posterior de la arteria femoral en el triángulo femoral. En el tercio medio del muslo, donde está separada de la arteria y la vena femorales por el aductor largo (figs. 5-27B y 5-30B), da origen a arterias perforantes que se enrollan alrededor de la cara posterior del fémur (fig. 5-29; tabla 5-5). Las arterias perforantes irrigan los músculos de los tres compartimientos fasciales (aductor mayor, isquiotibiales y vasto lateral).

Las **arterias circunflejas femorales** rodean la parte más superior del cuerpo del fémur y se anastomosan entre sí y con otras arterias, irrigando los músculos del muslo y el extremo superior


Aorta abdominal
Arteria ilíaca externa
Arteria circunfleja ilíaca superficial
Arteria ilíaca interna
Arteria epigástrica inferior
Arteria epigástrica superficial
Arteria circunfleja femoral lateral:
Rama transversa
Rama descendente
Arteria pudenda externa
Arteria obturatriz
Arteria circunfleja femoral medial
Arterias perforantes
Arteria femoral profunda
Arteria femoral
Hiato del aductor
Arteria glútea inferior
Arterias retinaculares posteriores
Anastomosis cruzada
Arteria circunfleja femoral medial
Arteria circunfleja femoral lateral (rama transversa)
Arteria femoral profunda
Arterias perforantes
Arteria femoral
Hiato del aductor
Arteria poplítea

(A) Vista anterior **(B) Vista posterior**

FIGURA 5-29. Arterias de las regiones anterior y medial del muslo.

TABLA 5-5. ARTERIAS DE LAS REGIONES ANTERIOR Y MEDIAL DEL MUSLO

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Femoral	Continuación de la arteria ilíaca externa distal al ligamento inguinal	Desciende a través del triángulo femoral, que bisecciona; a continuación discurre por el conducto aductor; termina cuando atraviesa el hiato del aductor, donde se convierte en arteria poplítea	Las ramas irrigan las caras anterior y anteromedial del muslo
Femoral profunda	Arteria femoral, 1-5 cm inferior al ligamento inguinal	Discurre profundamente entre los músculos pectíneo y aductor largo, descendiendo por detrás de este último sobre la cara medial del fémur	Tres o cuatro arterias perforantes pasan a través del aductor mayor, rodeando el fémur para irrigar los músculos de los compartimientos medial, posterior y parte lateral del anterior
Circunfleja femoral medial	Arteria femoral profunda; puede originarse en la arteria femoral	Discurre medial y posteriormente entre los músculos pectíneo e iliopsoas; entra en la región glútea y proporciona arterias posteriores para los retináculos; termina dividiéndose en ramas ascendente y transversa	Aporta la mayor parte de la sangre para la cabeza y el cuello del fémur; la rama transversa forma parte de la anastomosis cruzada del muslo; la rama ascendente se une a la arteria glútea inferior
Circunfleja femoral lateral		Discurre lateralmente, profunda respecto a los músculos sartorio y recto femoral, y se divide en arterias ascendente, transversa y descendente	La rama ascendente irriga la parte anterior de la región glútea; la rama transversa se curva alrededor del fémur; la rama descendente se une a la red arterial periarticular de la rodilla
Obturatriz	Arteria ilíaca interna o (~20%) como arteria obturatriz accesoria de la arteria epigástrica inferior	Pasa a través del agujero obturado; entra en el compartimiento medial del muslo y se divide en ramas anterior y posterior, que pasan sobre los lados respectivos del aductor corto	La rama anterior irriga los músculos obturador externo, pectíneo, aductores del muslo y grácil; la rama posterior irriga los músculos que se insertan en la tuberosidad isquiática

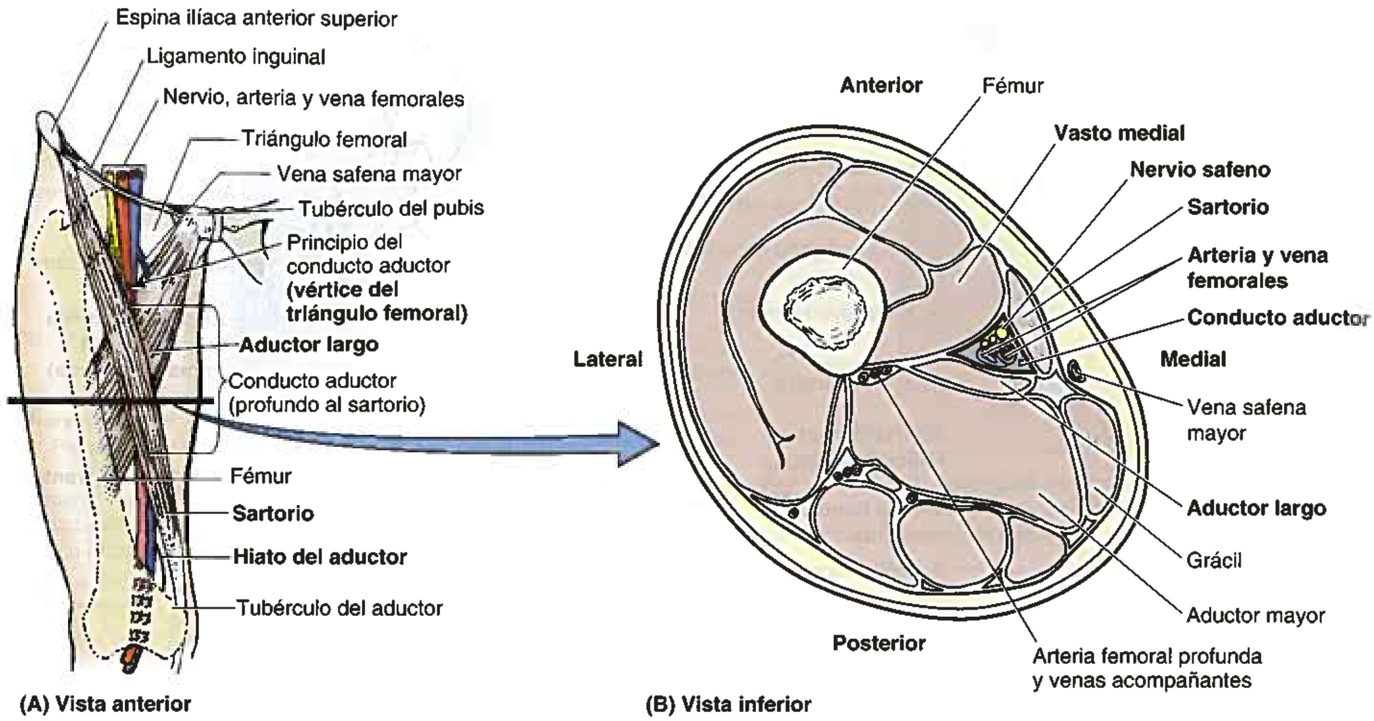

Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal
Nervio, arteria y vena femorales
Triángulo femoral
Vena safena mayor
Tubérculo del pubis
Principio del conducto aductor (vértice del triángulo femoral)
Aductor largo
Conducto aductor (profundo al sartorio)
Fémur
Sartorio
Hiato del aductor
Tubérculo del aductor
(A) Vista anterior
Anterior
Fémur
Vasto medial
Nervio safeno
Sartorio
Arteria y vena femorales
Conducto aductor
Medial
Lateral
Vena safena mayor
Aductor largo
Grácil
Aductor mayor
Posterior
Arteria femoral profunda y venas acompañantes
(B) Vista inferior

FIGURA 5-30. Conducto aductor en la parte media del tercio medio del muslo. A. Esquema orientativo que muestra el conducto aductor y el nivel de la sección transversal que se presenta en **B. B.** Sección transversal del muslo que muestra los músculos que limitan el conducto aductor y su contenido vasculonervioso.

(proximal) del fémur. La **arteria circunfleja femoral medial** es muy importante porque aporta la mayor parte de la sangre para la cabeza y el cuello del fémur a través de sus ramas, las **arterias retinaculares posteriores.** Las arterias retinaculares se desgarran con frecuencia cuando se fractura el cuello del fémur o cuando la articulación de la cadera se luxa. La **arteria circunfleja femoral lateral,** con un menor aporte a la cabeza y el cuello femorales, pasa lateralmente a través de la parte más gruesa de la cápsula articular de la articulación de la cadera e irriga los músculos de la cara lateral del muslo.

Arteria obturatriz. La **arteria obturatriz** colabora con la arteria femoral profunda en la irrigación de los músculos aductores a través de ramas anterior y posterior, que se anastomosan. La rama posterior da origen a una rama acetabular que irriga la cabeza del fémur.

VENA FEMORAL

La **vena femoral** es la continuación de la vena poplítea proximal al hiato del aductor. A medida que asciende a través del conducto aductor, la vena femoral se sitúa posterolateral y luego posterior a la arteria femoral (figs. 5-26B y 5-27A y B). La vena femoral entra en la vaina femoral lateral al conducto femoral, y termina por detrás del ligamento inguinal, donde se convierte en la vena ilíaca externa.

En la parte inferior del triángulo femoral, la vena femoral recibe la vena femoral profunda, la vena safena mayor y otras venas tributarias. La *vena femoral profunda,* formada por la unión de tres o cuatro venas perforantes, desemboca en la vena femoral unos 8 cm inferior al ligamento inguinal y aproximadamente 5 cm inferior a la terminación de la vena safena mayor.

CONDUCTO ADUCTOR

El **conducto aductor** (conducto subsartorial, conducto de Hunter) es un paso estrecho y largo (unos 15 cm) localizado en el tercio medio del muslo. Se extiende desde el vértice del triángulo femoral, donde el sartorio se cruza sobre el aductor largo, hasta el *hiato del aductor* en el tendón del aductor mayor (fig. 5-30A).

Proporciona un *paso intermuscular* para la arteria y la vena femorales, el nervio safeno y el nervio algo mayor para el vasto medial, y conduce los vasos femorales hasta la fosa poplítea, donde se transforman en vasos poplíteos.

El *conducto aductor está limitado* (fig. 5-30B):

- Anterior y lateralmente por el vasto medial.
- Posteriormente por el aductor largo y el aductor mayor.
- Medialmente por el sartorio, que recubre el surco entre los músculos antes mencionados y forma el techo del conducto.

En el tercio inferior, hasta la mitad del conducto, se extiende una dura fascia subsartorial o vastoaductora entre el aductor largo y el vasto medial, formando la pared anterior del conducto, profundo respecto al sartorio. Como la fascia presenta un borde superior apreciable, los inexpertos que realizan la disección de esta zona suelen suponer, al ver que los vasos femorales pasan profundos a esta fascia, que están atravesando el hiato del aductor. Sin embargo, el *hiato del aductor* se localiza en un nivel más inferior, inmediatamente proximal a la cresta supracondílea medial. Este hiato es un espacio entre las inserciones aponeurótica aductora y tendinosa isquiotibial del aductor mayor (fig. 5-23E).

Anatomía de superficie de las regiones anterior y medial del muslo

En las personas con un buen desarrollo muscular puede observarse parte de los músculos anteriores del muslo. Los músculos que destacan son el *cuádriceps* y el *sartorio*, mientras que lateralmente puede palparse el tensor de la fascia lata y el *tracto iliotibial* al cual se fija este músculo (fig. 5-31A).

Pueden apreciarse o verse tres de las cuatro partes del músculo *cuádriceps* (fig. 5-31A y B). La cuarta parte (vasto intermedio) es profunda y está casi oculta por los otros músculos, y no se puede palpar.

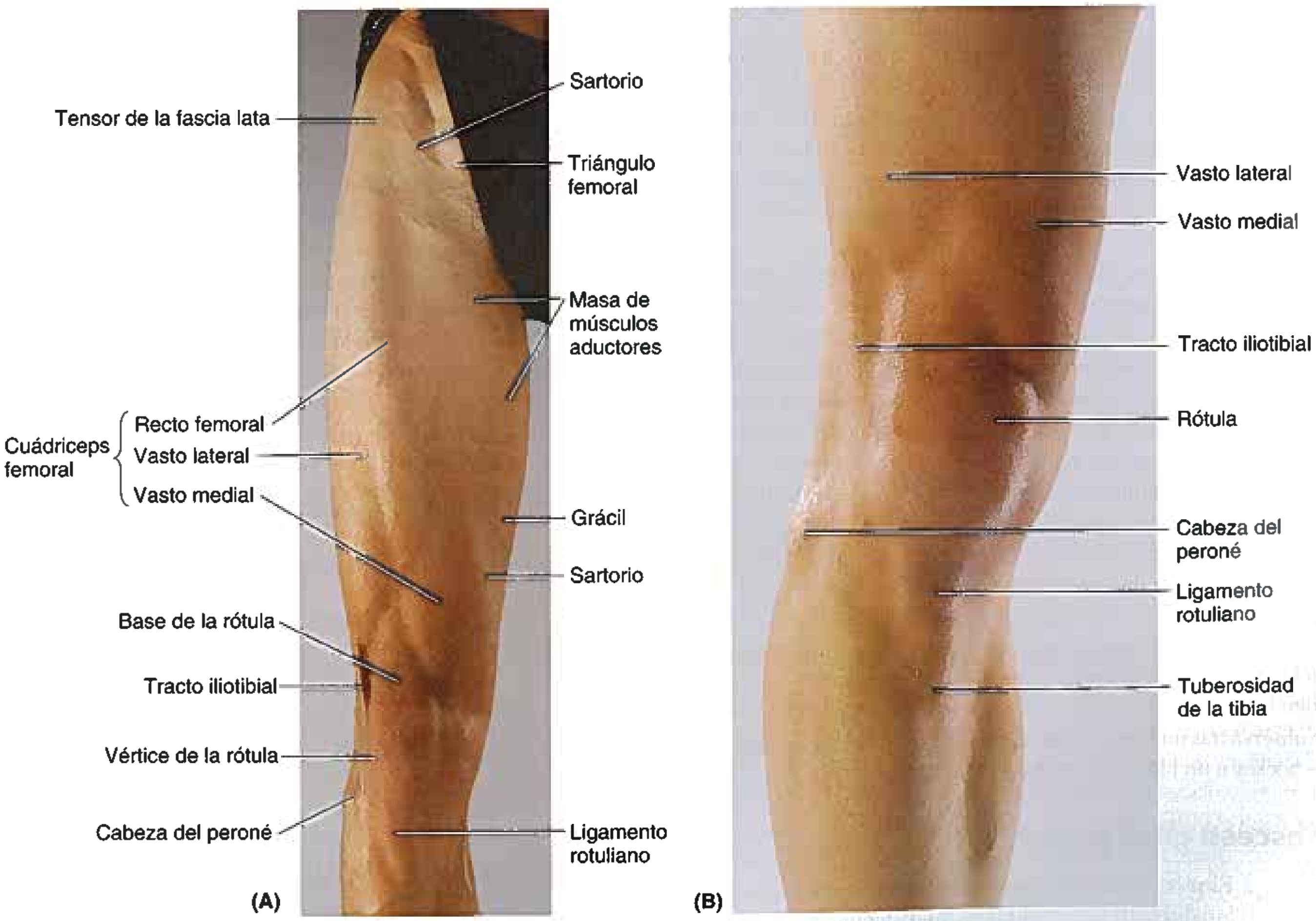
El *recto femoral* puede observarse fácilmente como un relieve que desciende por el muslo al elevar el miembro inferior estando sentados. Obsérvense las grandes protuberancias que forman el vasto lateral y medial en la rodilla (fig. 5-31B). El *ligamento rotuliano* se ve fácilmente, en especial en las personas delgadas, como una banda gruesa desde la rótula hasta la tuberosidad de la tibia. También pueden palparse las *almohadillas grasas infrarrotulianas* (cuerpo adiposo), las masas de tejido adiposo situadas a cada lado del ligamento rotuliano.

En la cara medial de la parte inferior del muslo, el *grácil* y el *sartorio* forman un saliente bien marcado, que está separado por una depresión de la abultada prominencia formada por el *vasto medial* (fig. 5-31A). En profundidad respecto a esta zona deprimida, puede palparse el *gran tendón del aductor mayor* al pasar hacia su inserción en el tubérculo del aductor del fémur.

Se realizan mediciones del miembro inferior para detectar el acortamiento (p. ej., por una fractura de fémur). Para realizar estas mediciones, se compara el miembro afectado con el miembro correspondiente. El acortamiento real del miembro se detecta al comparar las mediciones desde la EIAS hasta el extremo distal del maléolo medial en ambos lados.

Para determinar si el acortamiento se localiza en el muslo, la medición se realiza desde la parte superior de la EIAS hasta el borde distal del cóndilo lateral del fémur, en ambos lados. Hay que tener en cuenta que las pequeñas diferencias entre ambos lados (como una diferencia de 1,25 cm en la longitud total del miembro) pueden ser normales.

Los dos tercios proximales de una línea trazada desde el punto medio del ligamento inguinal hasta el *tubérculo del aductor* cuando


Tensor de la fascia lata
Sartorio
Triángulo femoral
Masa de músculos aductores
Cuádriceps femoral
Recto femoral
Vasto lateral
Vasto medial
Grácil
Sartorio
Base de la rótula
Tracto iliotibial
Vértice de la rótula
Cabeza del peroné
Ligamento rotuliano
(A)
(B)
Vasto lateral
Vasto medial
Tracto iliotibial
Rótula
Cabeza del peroné
Ligamento rotuliano
Tuberosidad de la tibia

Vistas anteriores

FIGURA 5-31. **Anatomía de superficie de la cara anterior y medial del muslo.**

el muslo está flexionado, en abducción y rotación lateral, representa el trayecto de la *arteria femoral* (fig. 5-30A). El tercio proximal de la línea representa el paso de esta arteria a través del *triángulo femoral,* mientras que el tercio medio representa la arteria en su paso por el *conducto aductor.* Unos 3,75 cm a lo largo de esta línea distal al ligamento inguinal se origina la arteria femoral profunda a partir de la arteria femoral.

La *vena femoral* se encuentra:

- Medial a la arteria femoral en la base del triángulo femoral (indicado por el ligamento inguinal).
- Posterior a la arteria femoral en el vértice del triángulo femoral.
- Posterolateral a la arteria en el conducto aductor.

En la mayoría de las personas, el *triángulo femoral,* en la cara anterosuperior del muslo, no es una zona de superficie prominente. Cuando algunas personas se sientan con las piernas cruzadas, se marcan los músculos sartorio y aductor largo, delimitando el triángulo femoral. La importancia clínica de la anatomía de superficie de este triángulo radica en su contenido.

El pulso de la *arteria femoral* puede apreciarse inmediatamente por debajo del punto inguinal medio. Al palpar el pulso femoral, la *vena femoral* se encuentra inmediatamente medial, el nervio femoral se sitúa lateral, a una distancia de un través de dedo, y la *cabeza del fémur* está inmediatamente posterior. La arteria femoral sigue un trayecto superficial de 5 cm a través del triángulo femoral antes de quedar cubierta por el músculo sartorio en el conducto aductor.

La *vena safena mayor* entra en el muslo posterior al cóndilo medial del fémur y discurre superiormente a lo largo de una línea que va desde el tubérculo del aductor al *hiato safeno.* El punto central de este hiato, donde la vena safena mayor desemboca en la vena femoral, se localiza 3,75 cm inferior y 3,75 cm lateral al tubérculo del pubis.

REGIONES ANTERIOR Y MEDIAL DEL MUSLO

Contusiones en la cadera y el muslo

Los comentaristas deportivos y los entrenadores anglosajones hacen referencia a una *contusión de la cresta ilíaca (hip pointer)* que suele afectar a su parte anterior (p. ej., donde el sartorio se inserta en la EIAS). Se trata de una de las lesiones más habituales en la región de la cadera, y suele observarse en deportes de contacto, como en el rugby, el hockey sobre hielo y el voleibol.

Las **contusiones** causan hemorragia por rotura de capilares e infiltración de sangre en los músculos, tendones y otros tejidos blandos. El término *hip pointer* también puede referirse a la avulsión de inserciones musculares óseas, por ejemplo del sartorio o el recto femoral en las espinas ilíacas anteriores superior e inferior, respectivamente, o de los isquiotibiales en el isquion. Sin embargo, estas lesiones deben denominarse *fracturas por avulsión.*

Otro término utilizado habitualmente es el de «calambre» en un músculo determinado del muslo debido a isquemia, o bien a una contusión y rotura de vasos sanguíneos lo bastante importante como para formar un *hematoma.* La lesión suele deberse al desgarro de fibras del recto femoral; a veces, el tendón del cuádriceps está parcialmente dañado. La localización más habitual de un hematoma en el muslo es el cuádriceps. Esta lesión se asocia a dolor localizado, rigidez muscular o ambas cosas, y frecuentemente se observa tras un traumatismo directo (p. ej., un golpe con un palo de hockey o un bloqueo en el rugby).

Absceso en el psoas

El psoas mayor se origina en el abdomen, a partir de los discos intervertebrales, los lados de las vértebras T12-L5 y sus apófisis transversas (fig. C2-35, p. 321). El ligamento arqueado medial del diafragma se arquea oblicuamente sobre la parte proximal del psoas mayor. La fascia transversal en la pared interna del abdomen se continúa con la fascia del psoas, donde forma una envoltura fascial para el psoas mayor que acompaña al músculo en la región anterior del muslo.

La tuberculosis ha reaparecido en África, Asia y otros lugares. Una *infección piógena* (formadora de pus) retroperitoneal en el abdomen o en la pelvis mayor, que aparece de forma característica asociada a la tuberculosis de la columna vertebral, o secundaria a una enteritis regional del íleon (*enfermedad de Crohn*), puede dar lugar a la formación de un **absceso en el psoas.** Cuando el absceso pasa entre el psoas y su fascia hacia las regiones inguinal y proximal del muslo, puede referirse un dolor intenso en la cadera, el muslo o la articulación de la rodilla. Debe pensarse siempre en la posibilidad de un absceso del psoas cuando se observa edema en la parte proximal del muslo. Un absceso de este tipo puede palparse u observarse en la región inguinal, justo inferior o superior al ligamento inguinal, y puede confundirse con una hernia inguinal indirecta o una hernia femoral, un aumento de tamaño de los nódulos linfáticos inguinales o una vena safena varicosa. El borde lateral del psoas suele poder observarse en las radiografías abdominales; un velamiento del psoas puede indicar patología abdominal.

Parálisis del cuádriceps femoral

Una persona con **parálisis del cuádriceps femoral** no puede extender la pierna contra resistencia, y suele presionarse sobre el extremo distal del muslo al caminar para evitar la flexión inadvertida de la rodilla.

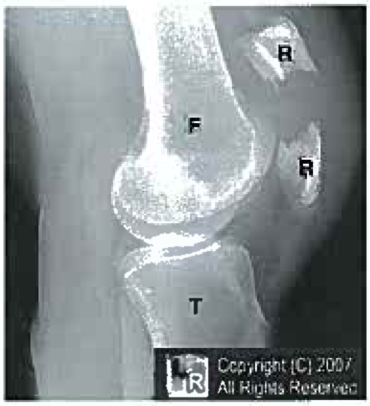
La debilidad de los vastos medial o lateral, por artritis o traumatismo de la articulación de la rodilla, puede provocar movimientos anormales de la rótula y pérdida de la estabilidad articular.

Condromalacia rotuliana

La **condromalacia rotuliana** («rodilla de corredor») es un problema frecuente de la rodilla en los corredores de maratón. También puede observarse en deportes en los que se corre, como el baloncesto. La sensibilidad dolorosa y el dolor alrededor o profundo a la rótula se deben al *desequilibrio del cuádriceps femoral.* Este proceso puede estar causado también por un golpe sobre la rótula o por la flexión extrema de la articulación de la rodilla (p. ej., al ponerse en cuclillas para levantar peso).

Fracturas de la rótula

Un golpe directo sobre la rótula puede fracturarla en dos o más fragmentos (fig. C5-12). Las **fracturas transversas de la rótula** pueden deberse a un golpe sobre la rodilla o a una contracción repentina del cuádriceps (p. ej., al resbalar e intentar evitar una caída hacia atrás). El fragmento proximal se desplaza superiormente con el tendón del cuádriceps, y el fragmento distal permanece con el ligamento rotuliano.

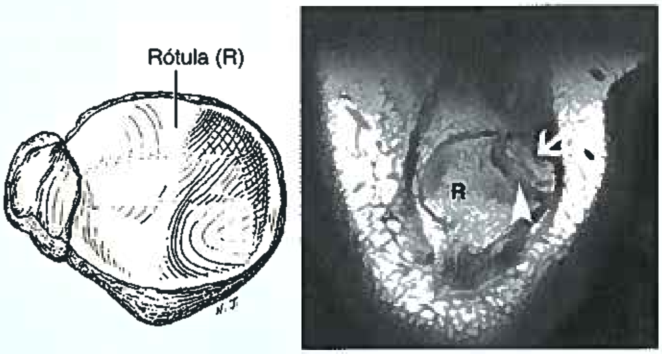


Femur (F), rótula (R), tibia (T)

FIGURA C5-12.

Alteraciones de la osificación de la rótula

Al nacer, la rótula es cartilaginosa. Se osifica durante los 3 a 6 primeros años, con frecuencia a partir de más de un centro de osificación. Aunque estos centros suelen confluir y formar un solo hueso, pueden mantenerse separados en uno o ambos lados, originando lo que se denomina **rótula bipartita** o **tripartita** (fig. C5-13). Un observador poco atento podría interpretar esta afección en una radiografía o TC como una fractura de rótula. Las alteraciones de la osificación son casi siempre bilaterales, por lo que deben examinarse ambos lados. Si la afección es bilateral, probablemente se trate de una alteración de la osificación.



(A) Rótula bipartita

(B) Imagen de RM frontal de una rótula bipartita
Flecha = Segmento bipartito
Punta de flecha = Línea de «fractura»

FIGURA C5-13.

Reflejo rotuliano

Al golpear el tendón rotuliano con un martillo de reflejos (fig. C5-14) suele desencadenarse el **reflejo rotuliano.** Este reflejo miotático (profundo) suele comprobarse de forma sistemática durante una exploración física, estando el paciente con las piernas colgando. Un golpe firme sobre el ligamento con el martillo de reflejos suele causar la extensión de la pierna. Si el reflejo es normal, una mano colocada sobre el cuádriceps del paciente debe percibir la contracción del músculo. Este reflejo tendinoso comprueba la integridad del nervio femoral y los segmentos medulares L2-4.

El golpe sobre el ligamento activa los husos musculares del cuádriceps. Los impulsos aferentes de los husos se dirigen por el nervio femoral hacia los segmentos L2-4 de la médula espinal. Desde aquí, los impulsos eferentes se transmiten, a través de vías motoras del nervio femoral, hasta el cuádriceps, causando una contracción del músculo y la extensión de la pierna en la articulación de la rodilla.

La *disminución o la ausencia del reflejo rotuliano* puede deberse a cualquier lesión que interrumpa la inervación del cuádriceps (p. ej., neuropatía periférica).

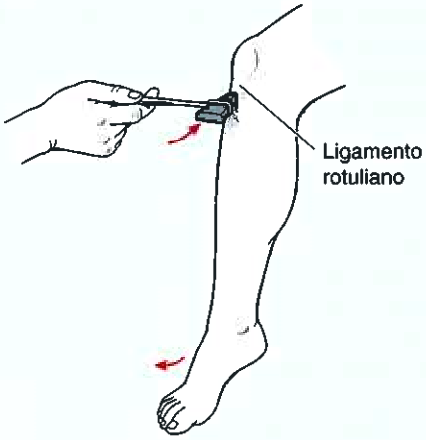


FIGURA C5-14.

Trasplante del músculo grácil

Dado que el grácil es un miembro relativamente débil del grupo de músculos aductores, puede extirparse sin que se produzca una pérdida notable de sus acciones en la pierna. Los cirujanos suelen trasplantar este músculo, o parte de él, con sus vasos y nervio, para sustituir un músculo lesionado, por ejemplo de la mano. Una vez trasplantado el músculo, pronto se observa una buena flexión y extensión digitales.

Libre de su inserción distal, el músculo también se ha reubicado y recolocado para sustituir un esfínter externo del ano que no funciona.

Distensión inguinal

Los comentaristas deportivos hablan de «distensión inguinal» o «lesión inguinal», términos que indican tirón, estiramiento y, probablemente, cierto desgarro de las inserciones proximales de los músculos anteromediales del muslo. La lesión suele afectar a los músculos flexores y aductores del muslo, cuyas inserciones proximales se localizan en la región inguinal (ingle), o zona de unión entre el muslo y el tronco.

Estas lesiones se producen habitualmente en la práctica de deportes en que se producen salidas rápidas (p. ej., carreras de velocidad en el béisbol) o estiramientos extremos (p. ej., gimnasia).

Lesión del aductor largo

En los jinetes pueden producirse *distensiones musculares del aductor largo*, que causan dolor («distensión del jinete»). A veces se produce una osificación en los tendones de estos músculos porque los jinetes realizan una aducción activa de los muslos para no caer del caballo. Las áreas de los tendones osificados se denominan a veces «huesos de los jinetes».

Palpación, compresión y canulación de la arteria femoral

La parte inicial de la arteria femoral, proximal a la ramificación de la arteria femoral profunda, tiene una posición superficial, por lo que es especialmente accesible y útil en diversos procedimientos clínicos. Algunos cirujanos vasculares denominan a esta parte de la arteria femoral *arteria femoral común*, y a su continuación más distal *arteria femoral superficial*. El Federative International Committee on Anatomical Terminology no recomienda esta terminología, ya que se trata de una arteria profunda, y no se utiliza en esta obra para evitar confusión.

Con el paciente en decúbito supino, puede palparse el *pulso femoral* en un punto situado a mitad de camino entre la EIAS y la sínfisis del pubis (fig. C5-15A y B). Colocando la punta del dedo meñique (de la mano derecha al abordar el lado derecho) sobre la EIAS y la punta del pulgar sobre el tubérculo del pubis, puede palparse el pulso femoral presionando firmemente con la parte media de la palma de la mano justo por debajo del punto medio del ligamento inguinal. Normalmente, el pulso es intenso; sin embargo, si existe una oclusión parcial de las arterias ilíacas común o externa, el pulso puede estar disminuido.

La *compresión de la arteria femoral* también puede realizarse en este punto, presionando directamente contra la rama superior del pubis, el psoas mayor y la cabeza del fémur (fig. C5-15C). La compresión de este punto reducirá el flujo sanguíneo a través de la arteria femoral y sus ramas, entre ellas la arteria femoral profunda.

Puede realizarse la canulación de la arteria femoral justo por debajo del punto medio del ligamento inguinal. En la *angiografía cardíaca izquierda* se inserta en la arteria un catéter largo y fino, y se asciende por la arteria ilíaca externa, la arteria ilíaca común y la aorta, hasta el ventrículo izquierdo. Este mismo método se utiliza para visualizar las arterias coronarias en la *angiografía coronaria*.

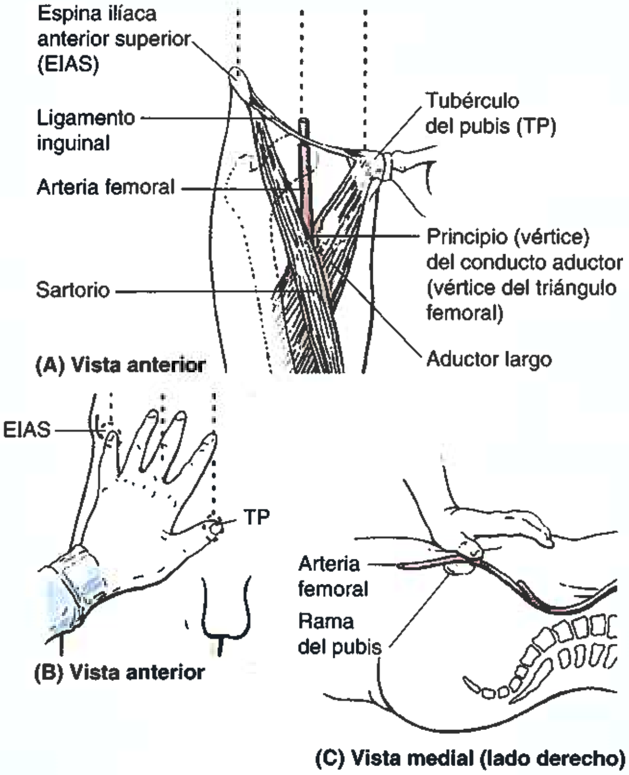


FIGURA C5-15.

Puede extraerse sangre de la arteria femoral para realizar una *gasometría arterial* (determinación de las concentraciones y presiones de oxígeno y dióxido de carbono, así como del pH sanguíneo).

Laceración de la arteria femoral

Debido a su posición superficial en el triángulo femoral, la arteria femoral puede sufrir lesiones traumáticas, especialmente laceraciones. Habitualmente, en las heridas de la parte anterior del muslo se produce la laceración de la arteria y la vena femorales, ya que se encuentran muy próximas. En algunos casos, se produce una *derivación arteriovenosa* por la comunicación entre los vasos lesionados.

Cuando es necesario ligar la arteria femoral, la anastomosis de sus ramas con otras arterias que cruzan la articulación de la cadera puede proporcionar aporte sanguíneo al miembro inferior. La *anastomosis cruzada* es una reunión de las arterias circunflejas femorales medial y lateral con la arteria glútea inferior, superiormente, y con la primera arteria perforante inferiormente, posterior al fémur (fig. 5-20; tabla 5-5), que se produce con menos frecuencia de lo que su habitual mención implica.

Denominación errónea potencialmente mortal

El personal clínico, algunos departamentos de hemodinámica e incluso algunos libros de referencia utilizan el término «vena femoral superficial» al referirse a la vena femoral antes de su unión a las venas satélites de la arteria femoral profunda (venas femorales profundas). Algunos médicos de atención primaria pueden no saber o no darse cuenta de que la denominada vena femoral superficial es realmente una vena profunda, y que la trombosis aguda de este vaso puede llegar a causar la muerte del paciente. No debe utilizarse el adjetivo *superficial*, ya que implica que esta vena es una vena superficial. La mayoría de las *embolias pulmonares* tienen su origen en venas profundas, y no en venas superficiales. El riesgo de embolia puede reducirse notablemente mediante un tratamiento anticoagulante. El uso de un lenguaje poco preciso en este caso crea la posibilidad de no advertir que una trombosis aguda de este vaso profundo sea una afección clínica aguda, y se produzca una situación potencialmente mortal.

Variz en la vena safena

Una dilatación localizada de la parte terminal de la vena safena mayor, denominada **variz de la vena safena (vena safena varicosa),** puede causar edema en el triángulo femoral. Puede confundirse con otras afecciones inflamatorias de la ingle, como un absceso del psoas; sin embargo, debe pensarse en una vena safena varicosa cuando existen varices en otras zonas del miembro inferior.

Localización de la vena femoral

La vena femoral no suele palparse, si bien su posición puede localizarse inferior al ligamento inguinal notando las pulsaciones de la arteria femoral, que se encuentra inmediatamente lateral a la vena. En las personas delgadas, la vena femoral puede estar cerca de la superficie y confundirse con la vena safena mayor. Por lo tanto, *es importante saber que la vena femoral no tiene venas tributarias a este nivel,* excepto la vena safena mayor, que se une a ella unos 3 cm inferiormente al ligamento inguinal. En las *intervenciones de la vena varicosa* es importante, pues, identificar correctamente la vena safena mayor y no ligar la vena femoral por error.

Canulación de la vena femoral

Para obtener muestras de sangre y medir las presiones de las cavidades derechas del corazón y/o de la arteria pulmonar, y para realizar una *angiografía cardíaca derecha*, se introduce un catéter largo y fino en la vena femoral donde ésta asciende por el triángulo femoral. Bajo control radioscópico, el catéter se va introduciendo superiormente a través de las venas ilíaca externa y común hacia la vena cava inferior y la aurícula (atrio) derecha. Puede realizarse una *punción de la vena femoral* para la administración de líquidos.

Hernias femorales

El anillo femoral es un área débil en la pared anterior del abdomen que suele tener el tamaño suficiente para admitir la punta del dedo meñique. Es el lugar de origen habitual de una hernia femoral, una protrusión de las vísceras abdominales (a menudo un asa del intestino delgado) a través del anillo femoral en el interior del conducto femoral. La hernia femoral aparece como una masa, con frecuencia dolorosa a la palpación, en el triangulo femoral, *inferolateral al tubérculo del pubis* (fig. C5-16).

La hernia está limitada por la vena femoral, lateralmente, y el ligamento lagunar, medialmente. El saco herniario comprime el contenido del conducto femoral (tejido conectivo laxo, tejido adiposo y linfáticos) y distiende su pared. En un principio, la hernia es pequeña ya que está contenida dentro del conducto femoral, pero puede aumentar de tamaño pasando inferiormente a través del hiato safeno hacia el tejido subcutáneo del muslo.

Las hernias femorales son más frecuentes en la mujer debido a la mayor anchura de su pelvis. Puede producirse la *estrangulación*

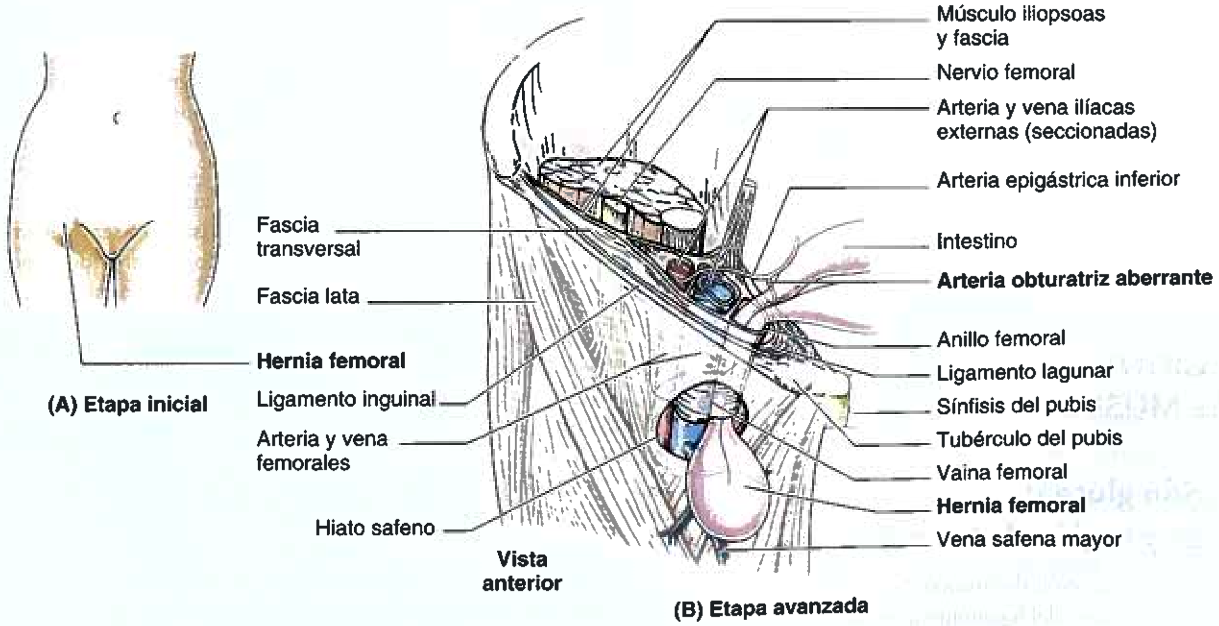

Músculo iliopsoas y fascia
Nervio femoral
Arteria y vena ilíacas externas (seccionadas)
Arteria epigástrica inferior
Fascia transversal
Intestino
Arteria obturatriz aberrante
Fascia lata
Anillo femoral
Hernia femoral
Ligamento lagunar
(A) Etapa inicial
Ligamento inguinal
Sínfisis del pubis
Arteria y vena femorales
Tubérculo del pubis
Vaina femoral
Hernia femoral
Hiato safeno
Vena safena mayor
Vista anterior
(B) Etapa avanzada

FIGURA C5-16.

de una hernia femoral debido a los límites agudos y rígidos del anillo femoral, fundamentalmente el borde cóncavo del ligamento lagunar. La estrangulación de una hernia femoral interfiere en el aporte sanguíneo del intestino herniado, y esta alteración vascular puede causar *necrosis* (muerte de los tejidos).

Arteria obturatriz sustituida o accesoria

Aproximadamente en un 20 % de las personas, una rama púbica aumentada de tamaño de la arteria epigástrica inferior ocupa el lugar de la arteria obturatriz (**arteria obturatriz sustituida**), o se une a ella como una **arteria obturatriz accesoria** (fig. C5-17). El trayecto de esta arteria discurre junto o a través del anillo femoral, para alcanzar el agujero obturado, y puede estar estrechamente relacionado con el cuello de una hernia femoral. Debido a ello, la arteria podría afectarse en caso de producirse la *estrangulación de una hernia femoral*. Los cirujanos que colocan grapas durante la reparación endoscópica de las hernias inguinales y femorales también deben estar pendientes de la posible presencia de esta frecuente variación arterial.

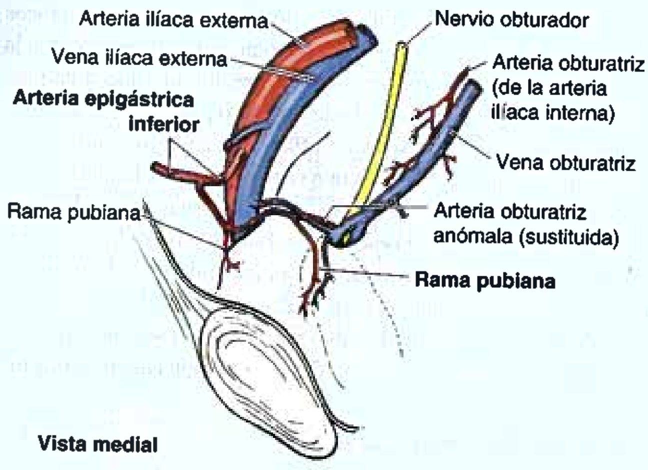

Arteria ilíaca externa
Vena ilíaca externa
Arteria epigástrica inferior
Rama pubiana
Nervio obturador
Arteria obturatriz (de la arteria ilíaca interna)
Vena obturatriz
Arteria obturatriz anómala (sustituida)
Rama pubiana
Vista medial

FIGURA C5-17.

Puntos fundamentales

COMPARTIMIENTOS ANTERIOR Y MEDIAL DEL MUSLO

Compartimiento anterior. El gran compartimiento anterior contiene los músculos flexores de la cadera y extensores de la rodilla, la mayoría de ellos inervados por el nervio femoral. ♦ El cuádriceps femoral constituye la mayor parte de la masa de este compartimiento. Rodea el fémur por tres lados, y presenta un tendón común que se inserta en la tibia y que incluye la rótula como un hueso sesamoideo. ♦ Los principales músculos de este compartimiento se atrofian rápidamente en caso de enfermedad o falta de uso, necesitando fisioterapia para conservar o recuperar sus funciones.

Compartimiento medial. Los músculos de este compartimiento se insertan, proximalmente, en la parte anteroinferior de la pelvis ósea, y distalmente en la línea áspera del fémur. ♦ Son músculos aductores del muslo, inervados principalmente por el nervio obturador. El uso de estos músculos como motores principales está relativamente limitado. ♦ El principal paquete vasculonervioso del muslo, al igual que el del brazo, se localiza en la cara medial del miembro, para estar protegido.

Estructuras vasculonerviosas y relaciones de la porción anteromedial del muslo. En el tercio superior del muslo, el paquete vasculonervioso es más superficial al entrar profundo respecto al ligamento inguinal. Esta posición relativamente superficial es importante en diversos procedimientos clínicos. ♦ Aunque son esencialmente adyacentes, el nervio femoral atraviesa la laguna muscular del espacio retroinguinal, mientras que los vasos femorales atraviesan la laguna vascular en la vaina femoral. ♦ Los vasos femorales trazan la bisectriz del triángulo femoral, donde los principales vasos del muslo, la arteria y la vena femorales profundas tienen su origen y su final, respectivamente. ♦ El nervio femoral termina en el triángulo femoral. Sin embargo, dos de sus ramos, uno motor (nervio para el vasto medial) y otro sensitivo (nervio safeno), forman parte del paquete vasculonervioso que atraviesa el conducto aductor en el tercio medio del muslo. ♦ Las estructuras vasculares atraviesan a continuación el hiato del aductor, pasando a ser y denominarse poplíteas en la región distal del muslo/posterior de la rodilla.

REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

Región glútea: nalga y región de la cadera

Aunque la separación del tronco y el miembro inferior es brusca por delante, a nivel del ligamento inguinal, la región glútea es, posteriormente, una gran zona de transición entre el tronco y el miembro inferior. Aunque físicamente es una parte del tronco, desde el punto de vista funcional la región glútea forma parte, claramente, del miembro inferior.

La **región glútea** es el área prominente posterior a la pelvis e inferior al nivel de las crestas ilíacas (las nalgas), y se extiende lateralmente hasta el borde posterior del trocánter mayor (fig. 5-32). La región de la cadera se encuentra sobre el trocánter mayor lateralmente, extendiéndose anteriormente hasta la EIAS. Algunas definiciones incluyen tanto la nalga como la región de la cadera como parte de la región glútea, aunque suelen distinguirse ambas

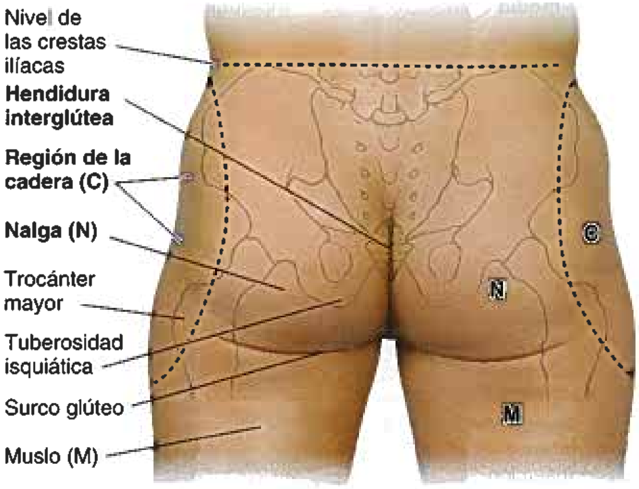

Nivel de las crestas ilíacas
Hendidura interglútea
Región de la cadera (C)
Nalga (N)
Trocánter mayor
Tuberosidad isquiática
Surco glúteo
Muslo (M)
C
N
M

FIGURA 5-32. Región glútea, que comprende las nalgas y la región de las caderas.

partes. La *hendidura interglútea* es el surco que separa las nalgas entre sí. Los **músculos glúteos** (glúteos mayor, medio y menor, y tensor de la fascia lata) constituyen la masa de la región. El *pliegue glúteo* marca el límite inferior de la nalga y el superior del muslo.

LIGAMENTOS GLÚTEOS

Los elementos de la pelvis ósea (huesos coxales, sacro y cóccix) se mantienen unidos por densos ligamentos (fig. 5-33). El **ligamento sacroilíaco posterior** se continúa inferiormente con el ligamento sacrotuberoso. El **ligamento sacrotuberoso** se extiende a través de la escotadura ciática del hueso coxal, convirtiendo la escotadura en un orificio que es subdividido por el **ligamento sacroespinoso** y la *espina ciática*, dando lugar a los agujeros ciáticos mayor y menor. El **agujero ciático mayor** es la vía de paso para las estructuras que entran o salen de la pelvis (p. ej., el nervio ciático), mientras que por el **agujero ciático menor** pasan las estructuras que entran o salen del periné (p. ej., el nervio pudendo).

Es útil pensar en el agujero ciático mayor como en la «puerta» a través de la cual todas las arterias y nervios del miembro inferior abandonan la pelvis y entran en la región glútea. El *músculo piriforme* (fig. 5-34D a G; tabla 5-6) también entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, ocupando su mayor parte.

Músculos de la región glútea

Los **músculos de la región glútea** (fig. 5-35) comparten un compartimiento común, pero se organizan en dos capas, superficial y profunda:

- La *capa superficial* está formada por los tres grandes músculos glúteos (mayor, medio y menor) y el tensor de la fascia lata (figs. 5-34A, C a E y J, y 5-35). Las inserciones proximales de todos ellos se realizan en la cara posterolateral (externa) y los bordes del ala del ilion, y son músculos principalmente extensores, abductores y rotadores mediales del muslo.
- La **capa profunda** está formada por músculos más pequeños (piriforme, obturador interno, gemelos superior e inferior, y cuadrado femoral) cubiertos por la mitad inferior del glúteo mayor (figs. 5-34F a I, y 5-35). Todos se insertan distalmente en la cresta intertrocantérea del fémur o adyacentes a ésta. Son rotadores laterales del muslo, pero también estabilizan la articulación de la cadera, trabajando con los fuertes ligamentos de esta articulación para estabilizar la cabeza del fémur en el acetábulo.

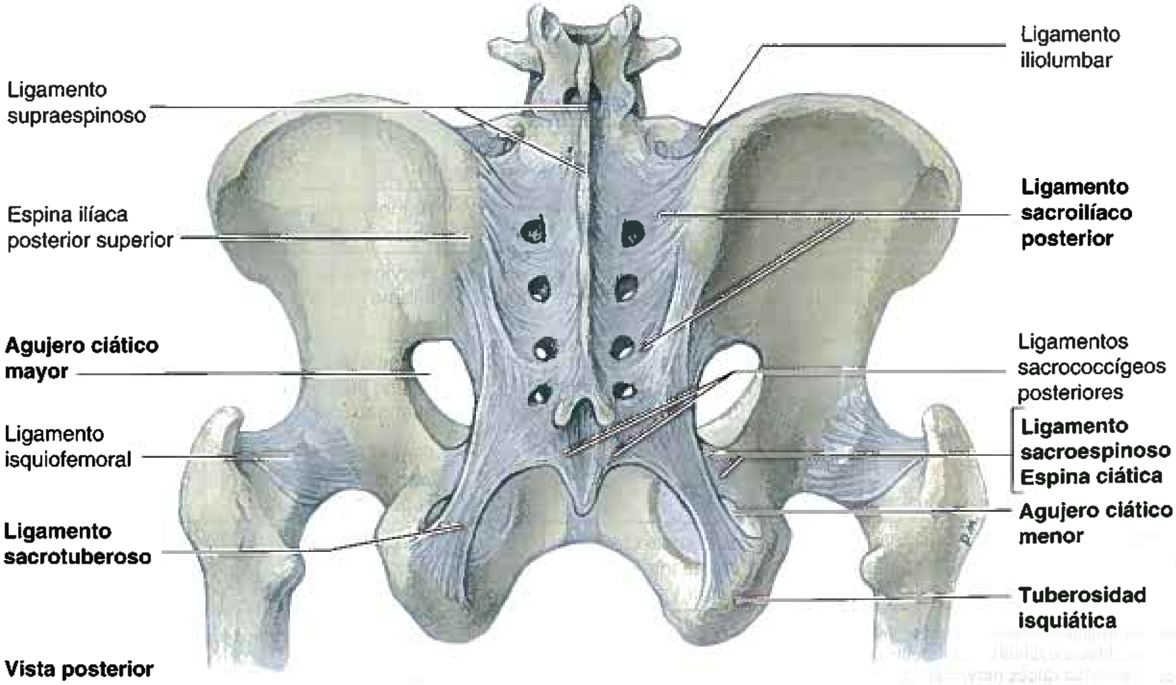

Ligamento supraespinoso
Espina ilíaca posterior superior
Agujero ciático mayor
Ligamento isquiofemoral
Ligamento sacrotuberoso
Vista posterior
Ligamento iliolumbar
Ligamento sacroilíaco posterior
Ligamentos sacrococcígeos posteriores
Ligamento sacroespinoso
Espina ciática
Agujero ciático menor
Tuberosidad isquiática

FIGURA 5-33. Ligamentos de la cintura pélvica. Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso convierten las escotaduras ciáticas mayor y menor en agujeros.

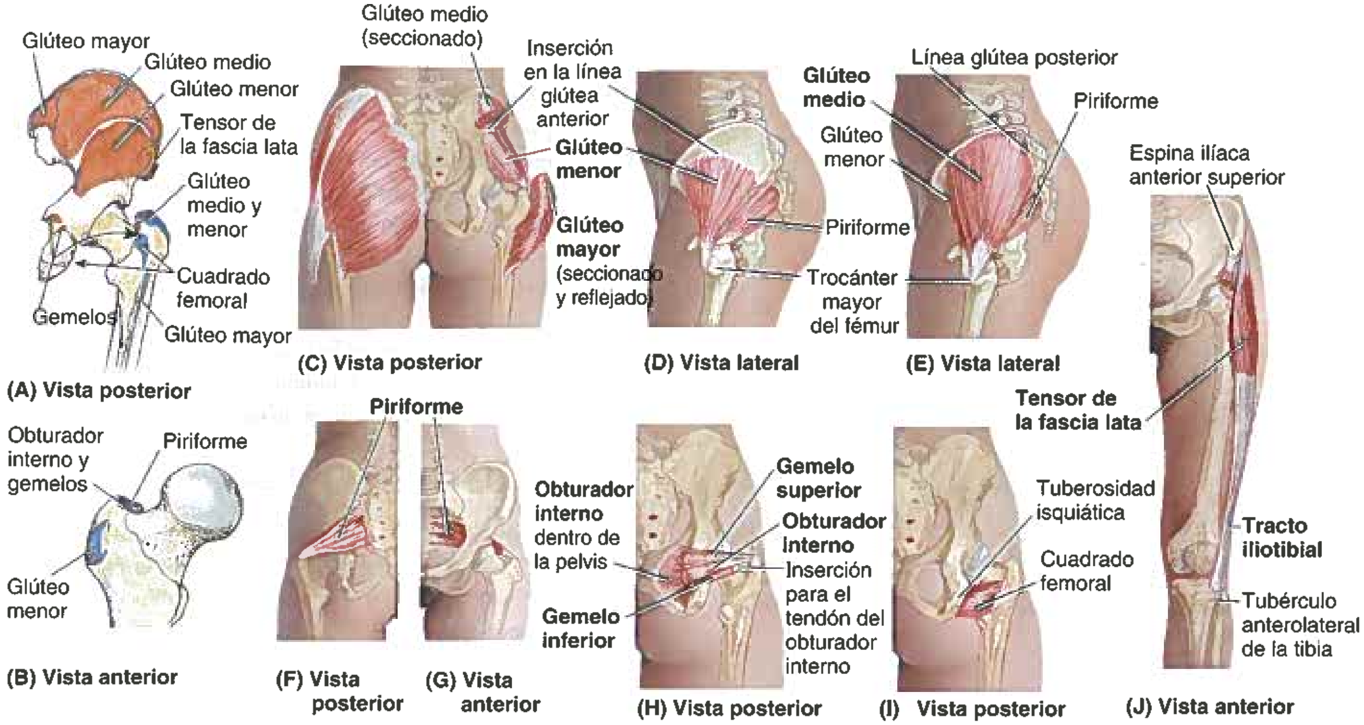

Glúteo mayor
Glúteo medio
Glúteo menor
Tensor de la fascia lata
Glúteo medio y menor
Cuadrado femoral
Gemelos
Glúteo mayor
(A) Vista posterior
Glúteo medio (seccionado)
Inserción en la línea glútea anterior
Glúteo menor
Glúteo mayor (seccionado y reflejado)
(C) Vista posterior
Glúteo medio
Glúteo menor
Piriforme
Trocánter mayor del fémur
(D) Vista lateral
Línea glútea posterior
Piriforme
(E) Vista lateral
Espina ilíaca anterior superior
Tensor de la fascia lata
Tracto iliotibial
Tubérculo anterolateral de la tibia
(J) Vista anterior
Obturador interno y gemelos
Piriforme
Glúteo menor
(B) Vista anterior
Piriforme
(F) Vista posterior
(G) Vista anterior
Obturador interno dentro de la pelvis
Gemelo inferior
Gemelo superior
Obturador interno
Inserción para el tendón del obturador interno
(H) Vista posterior
Tuberosidad isquiática
Cuadrado femoral
(I) Vista posterior

FIGURA 5-34. Músculos glúteos: abductores y rotadores laterales.

TABLA 5-6. MÚSCULOS DE LA REGIÓN GLÚTEA: ABDUCTORES Y ROTADORES DEL MUSLO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Glúteo mayor (fig. 5-34A y C)	Ilion, posterior a la línea glútea posterior; cara dorsal del sacro y cóccix; ligamento sacrotuberoso	La mayoría de las fibras se insertan en el tracto iliotibial, que se inserta en el cóndilo lateral de la tibia; algunas fibras se insertan en la tuberosidad glútea del fémur	Nervio glúteo inferior (L5, **S1**, **S2**)	Extiende el muslo (especialmente desde la posición en flexión) y contribuye a su rotación lateral; estabiliza el muslo y contribuye a levantarse desde la posición sentada
Glúteo medio (fig. 5-34A, C y E)	Cara externa del ilion, entre las líneas glúteas anterior y posterior	Cara lateral del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior (**L5**, S1)	Abduce y rota medialmente el muslo; mantiene la pelvis nivelada cuando el miembro homolateral sostiene el peso y se avanza el opuesto (sin apoyo) durante la fase de oscilación
Glúteo menor (fig. 5-34A a D)	Cara externa del ilion, entre las líneas glúteas anterior e inferior	Cara anterior del trocánter mayor del fémur		
Tensor de la fascia lata (fig. 5-34J)	Espina ilíaca anterior superior; parte anterior de la cresta ilíaca	Tracto iliotibial, que se inserta en el cóndilo lateral de la tibia		
Piriforme (fig. 5-34F y G)	Cara anterior del sacro y ligamento sacrotuberoso	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Ramos de ramos anteriores de **S1**, S2	Rotan lateralmente el muslo extendido y abducen el muslo flexionado; estabilizan la cabeza del fémur en el acetábulo
Obturador interno (fig. 5-34H)	Cara pélvica de la membrana obturatriz y huesos que la rodean	Cara medial del trocánter mayor (fosa trocantérea) del fémur[b]	Nervio del obturador interno (L5, **S1**)	
Gemelos superior e inferior (fig. 5-34H)	Superior: espina ciática Inferior: tuberosidad isquiática	Cara medial del trocánter mayor (fosa trocantérea) del fémur[b]	Gemelo superior: misma inervación que el obturador interno Gemelo inferior: misma inervación que el cuadrado femoral	
Cuadrado femoral (fig. 5-34I)	Borde lateral de la tuberosidad isquiática	Tubérculo cuadrado en la cresta intertrocantérea del fémur y área inferior a éste	Nervio del cuadrado femoral (L5, S1)	Rota lateralmente el muslo[c]; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo

---

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «S1, S2» indica que los nervios que inervan el piriforme derivan de los dos primeros segmentos sacros de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**S1**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

[b] Los músculos gemelos se entremezclan con el tendón del músculo obturador interno cuando éste se inserta en el trocánter mayor del fémur.

[c] Hay seis rotadores laterales del muslo: piriforme, obturador interno, gemelos superior e inferior, cuadrado femoral y obturador externo. Estos músculos también estabilizan la articulación de la cadera.

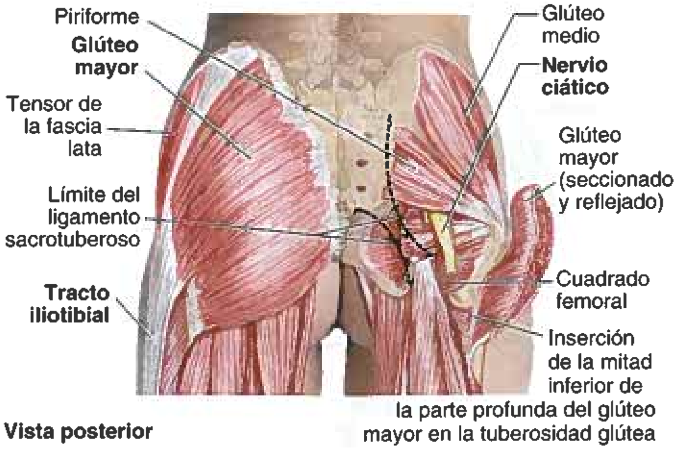

Piriforme
Glúteo mayor
Tensor de la fascia lata
Límite del ligamento sacrotuberoso
Tracto iliotibial
Glúteo medio
Nervio ciático
Glúteo mayor (seccionado y reflejado)
Cuadrado femoral
Inserción de la mitad inferior de la parte profunda del glúteo mayor en la tuberosidad glútea
Vista posterior

FIGURA 5-35. **Músculos de la región glútea: disecciones superficial y profunda.**

En la figura 5-34A a J se ilustran las inserciones de estos músculos, y en la tabla 5-6 se describen su inervación y sus principales acciones.

GLÚTEO MAYOR

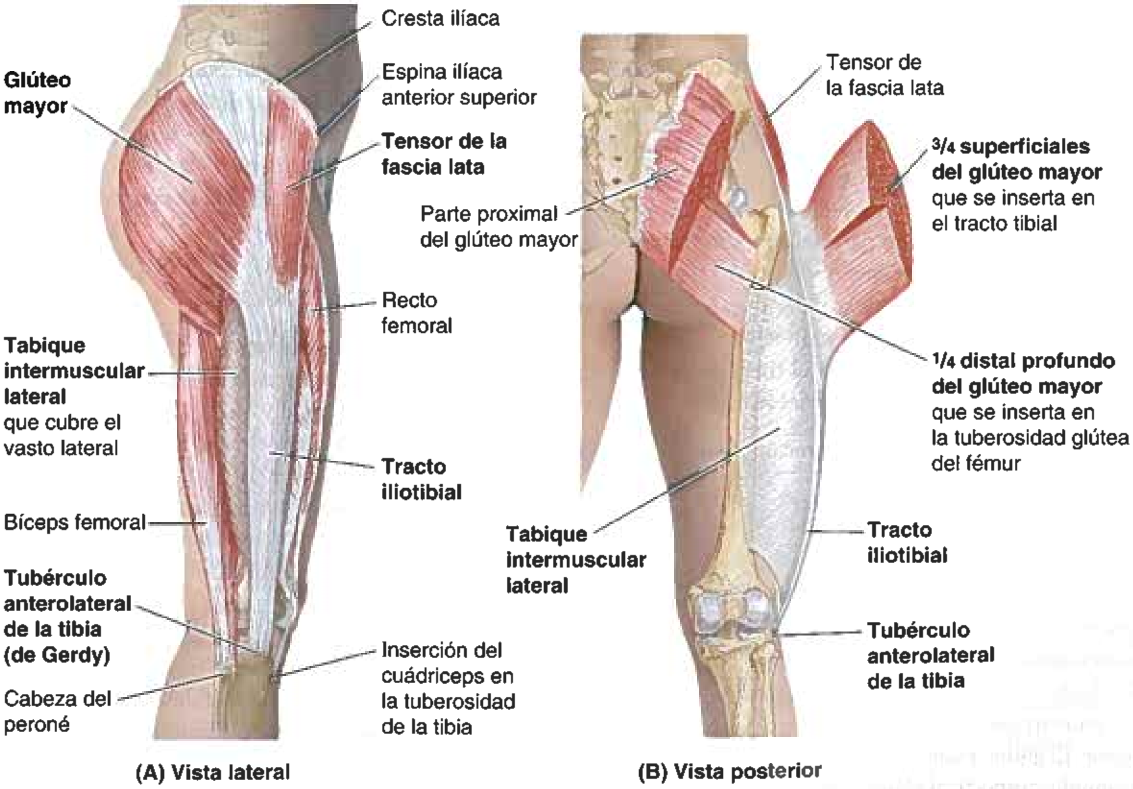
El **glúteo mayor** es el más superficial de los músculos glúteos (figs. 5-34C y 5-35). Es el músculo más grande, más ancho y de fibras más gruesas de todo el cuerpo. Cubre el resto de los músculos glúteos, excepto el tercio anterosuperior del glúteo medio.

Con la palpación profunda a través de la parte inferior del muslo, puede apreciarse la *tuberosidad isquiática* justo por encima de la parte medial del pliegue glúteo (fig. 5-32). Cuando el muslo está en flexión, el borde inferior del glúteo mayor se desplaza hacia arriba, y la tuberosidad isquiática queda en una localización subcutánea. Las personas no se sientan sobre los glúteos mayores, sino que lo hacen sobre el tejido fibroso adiposo y las bolsas isquiáticas que se encuentran entre la tuberosidad isquiática y la piel.

El glúteo mayor se inclina inferolateralmente en un ángulo de 45° desde la pelvis a la nalga. Las fibras de la parte superior y mayor de este músculo, y las fibras superficiales de su parte inferior, se insertan en el *tracto iliotibial* e, indirectamente, a través del tabique intermusular lateral, en la línea áspera del fémur (fig. 5-36A y B). Algunas fibras profundas de la parte inferior del músculo (aproximadamente el cuarto anterior e inferior profundo) se insertan en la *tuberosidad glútea* del fémur.

Los vasos y el nervio glúteos inferiores entran en la cara profunda del glúteo mayor por su centro. Está irrigado por las arterias glúteas inferior y superior. En la parte superior de su trayecto, el *nervio ciático* pasa en profundidad respecto al glúteo mayor (fig. 5-35).

Las principales acciones del glúteo mayor son la extensión y la rotación lateral del muslo. Cuando la inserción distal del glúteo mayor está fija, el músculo extiende el tronco sobre el miembro inferior. Aunque es el extensor más potente de la cadera, actúa principalmente cuando se necesita fuerza (movimiento rápido o movimiento contra resistencia). El glúteo mayor actúa principal-


Glúteo mayor
Cresta ilíaca
Espina ilíaca anterior superior
Tensor de la fascia lata
Recto femoral
Tabique intermuscular lateral que cubre el vasto lateral
Tracto iliotibial
Bíceps femoral
Tubérculo anterolateral de la tibia (de Gerdy)
Cabeza del peroné
Inserción del cuádriceps en la tuberosidad de la tibia
Tensor de la fascia lata
3/4 superficiales del glúteo mayor que se inserta en el tracto tibial
Parte proximal del glúteo mayor
1/4 distal profundo del glúteo mayor que se inserta en la tuberosidad glútea del fémur
Tabique intermuscular lateral
Tracto iliotibial
Tubérculo anterolateral de la tibia

(A) Vista lateral

(B) Vista posterior

FIGURA 5-36. **Glúteo mayor y tensor de la fascia lata.** Vistas superficial (A) y profunda (B) del complejo musculofibroso lateral formado por los músculos tensor de la fascia lata y glúteo mayor, y el tendón aponeurótico que comparten, el tracto iliotibial. Éste se continúa posteriormente y en profundidad con el denso tabique intermuscular lateral.

mente entre las posiciones flexionada y erguida del muslo, como cuando nos levantamos desde la posición sentada, nos erguimos desde una posición flexionada, subimos una escalera o corremos. Se usa sólo brevemente durante la marcha habitual, y no suele utilizarse en la bipedestación sin movimiento.

La *parálisis del glúteo mayor* no afecta gravemente a la marcha en llano. Esto se puede comprobar colocando la mano sobre la nalga al andar lentamente. El glúteo mayor se contrae sólo escasamente durante la primera parte de la fase de apoyo (desde el golpe de talón hasta el momento en que el pie está plano sobre el suelo, para resistir la flexión adicional ya que el peso lo soporta el miembro parcialmente flexionado) (fig. 5-20A y tabla 5-2). Al subir escaleras y colocar la mano sobre la nalga, se apreciará la potente contracción del glúteo mayor.

Como el tracto iliotibial cruza la rodilla y se inserta en el tubérculo anterolateral de la tibia (Gerdy) (figs. 5-34J y 5-36A y B), el glúteo mayor y el tensor de la fascia lata juntos pueden contribuir también a estabilizar la rodilla extendida, aunque no suelen utilizarse para ello en la bipedestación normal. Dado que el tracto iliotibial se inserta en el fémur a través del tabique intermuscular lateral, carece de la libertad necesaria para mover la rodilla.

La acción del glúteo mayor se comprueba con la persona en decúbito prono y el miembro inferior estirado. El paciente aprieta la nalga y extiende la articulación de la cadera mientras el examinador observa y palpa el glúteo mayor.

Bolsas glúteas. Las bolsas glúteas separan el glúteo mayor de las estructuras adyacentes (fig. 5-37). Son sacos membranosos tapizados por una membrana sinovial que contiene una lámina capilar de un líquido resbaladizo, similar a la clara de huevo. Las bolsas se localizan en áreas sometidas a fricción (p. ej., donde el tracto iliotibial cruza el trocánter mayor). El objetivo de las bolsas es reducir la fricción y permitir el movimiento. Normalmente hay tres bolsas relacionadas con el músculo glúteo mayor:

1. La **bolsa trocantérea,** que separa las fibras superiores del glúteo mayor del trocánter mayor. Esta bolsa suele ser la mayor de las formadas en relación con salientes óseos, y ya existe al nacer. Otras bolsas de este tipo parecen formarse a causa del movimiento posterior al nacimiento.
2. La **bolsa isquiática,** que separa la parte inferior del glúteo mayor de la tuberosidad isquiática; con frecuencia falta.
3. La **bolsa gluteofemoral,** que separa el tracto iliotibial de la parte superior de la inserción proximal del vasto lateral.

Véanse los cuadros azules «Bursitis trocantérea» y «Bursitis isquiática», en la página 581.

GLÚTEO MEDIO Y GLÚTEO MENOR

Los músculos glúteos más pequeños, el **glúteo medio** y el **glúteo menor,** tienen forma de abanico y sus fibras convergen del mismo modo y esencialmente hacia el mismo punto (figs. 5-34C a E, 5-35, 5-37 y 5-38). Comparten las mismas acciones e inervación (tabla 5-6), y están irrigados por el mismo vaso sanguíneo, la arteria glútea superior. El glúteo menor y la mayor parte del glúteo medio se sitúan profundos respecto al glúteo mayor, en la cara externa del ilion. Ambos músculos abducen o estabilizan el muslo, y producen su rotación medial (figs. 5-20F y 5-39; tabla 5-2).

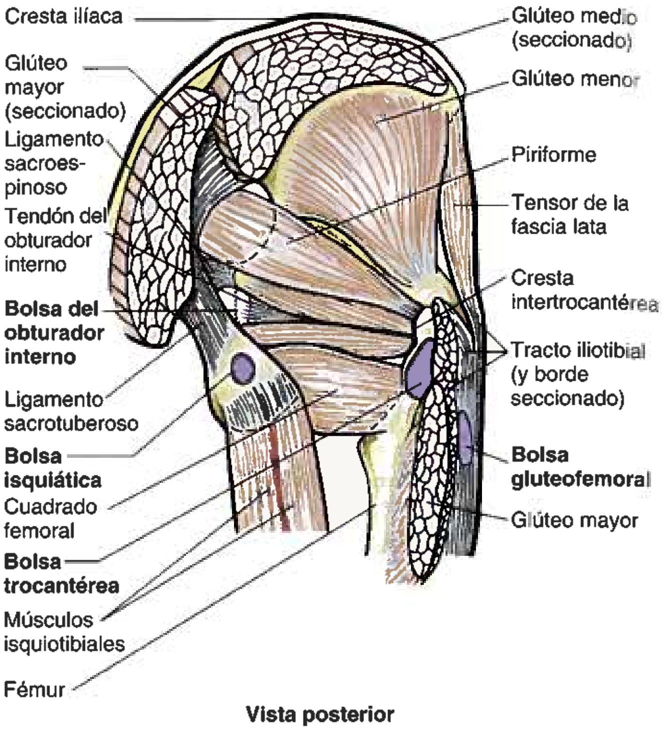


FIGURA 5-37. Músculos y bolsas glúteos. Tres bolsas (trocantérea, gluteofemoral e isquiática) suelen separar el glúteo mayor de los relieves óseos subyacentes. La bolsa del obturador interno se encuentra por debajo del tendón de este músculo.

La comprobación de la acción de los glúteos medio y menor se realiza con la persona en decúbito lateral, con el miembro que se explora en la parte superior, y el otro miembro situado inferiormente en posición de flexión de la cadera y la rodilla para mantener la estabilidad. La persona abduce el muslo sin flexión ni rotación contra una resistencia directa hacia abajo. El glúteo medio puede palparse inferior a la cresta ilíaca, posterior al tensor de la fascia lata, que también se contrae durante la abducción del muslo.

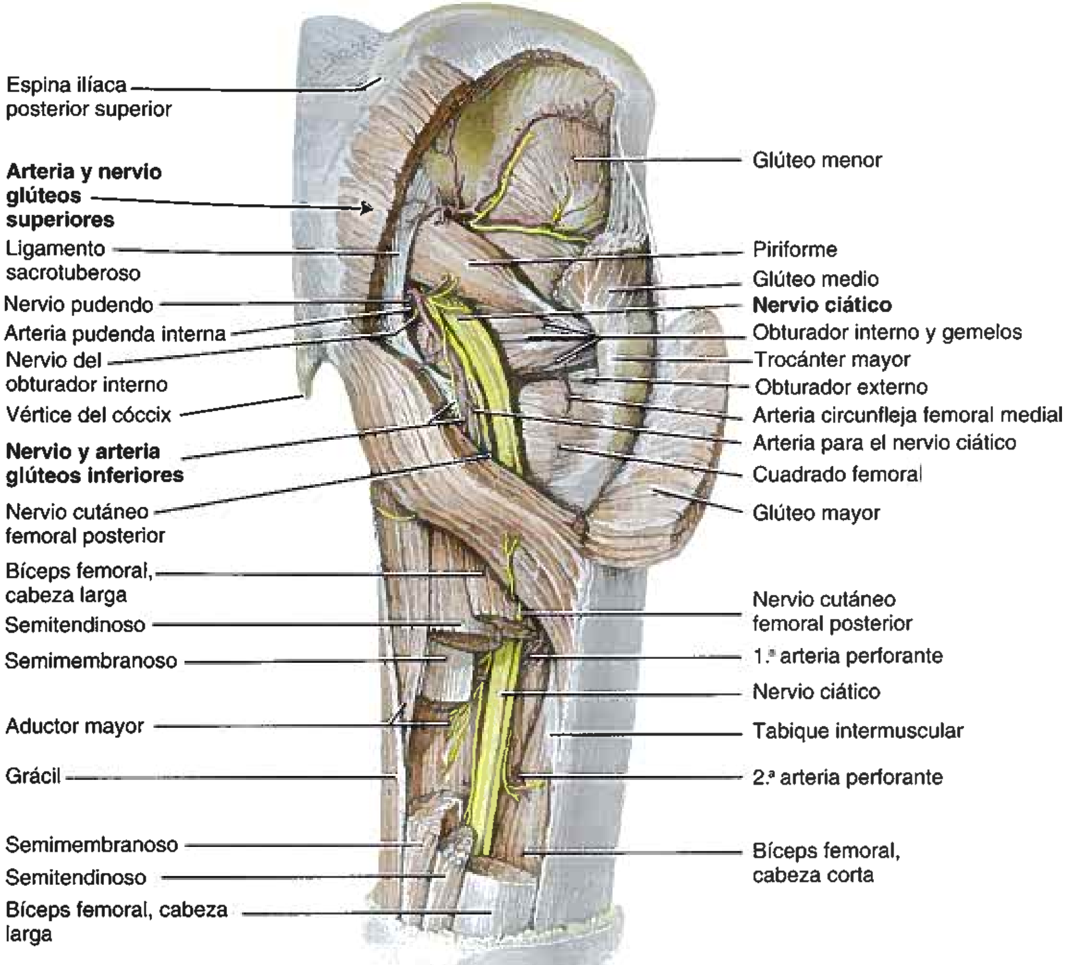
TENSOR DE LA FASCIA LATA

El **tensor de la fascia lata** es un músculo fusiforme de unos 15 cm de longitud, que queda encerrado entre dos hojas de fascia lata (figs. 5-34C y J, 5-36 y 5-37). En la tabla 5-6 se describen las inserciones, la inervación y la acción de este músculo.

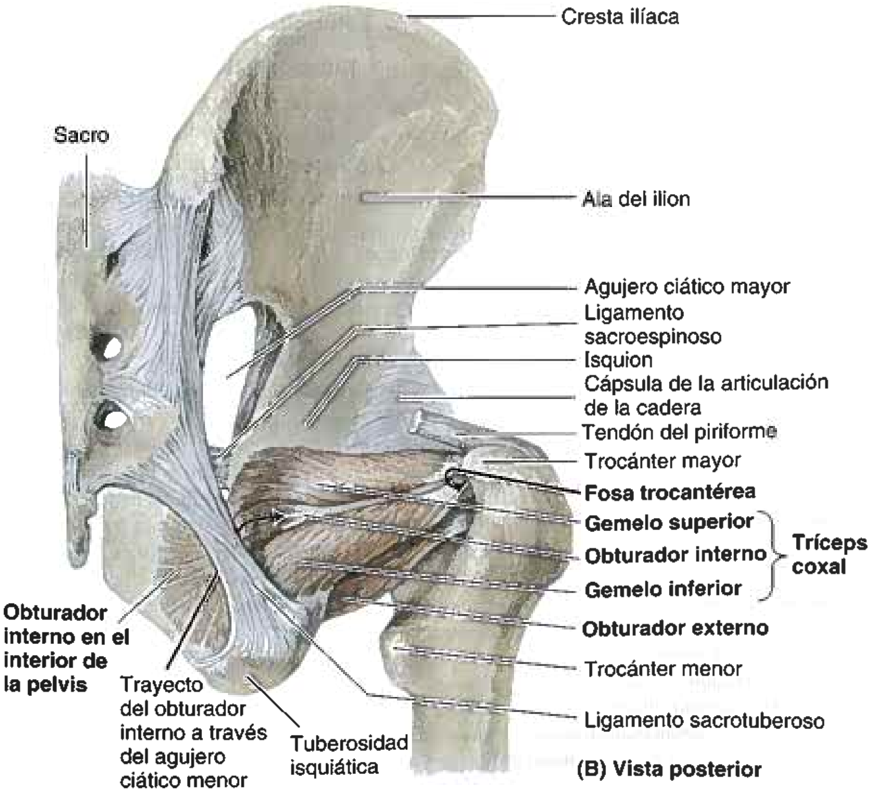
El tensor de la fascia lata y la parte superficial y anterior del glúteo mayor comparten una inserción distal común, en el *tubérculo anterolateral de la tibia,* a través del *tracto iliotibial,* que actúa como una larga aponeurosis para los músculos. Sin embargo, a diferencia del glúteo mayor, el tensor de la fascia lata está inervado e irrigado por el paquete vasculonervioso glúteo superior. A pesar de la inervación glútea y la inserción compartida, este tensor es fundamentalmente un músculo flexor del muslo por su localización anterior, aunque no suele actuar de forma independiente.

Para producir flexión, el tensor de la fascia lata actúa en combinación con el iliopsoas y el recto femoral. Cuando se paraliza el iliopsoas, el tensor de la fascia lata se hipertrofia en un intento de

(*El texto continúa en p. 569*)

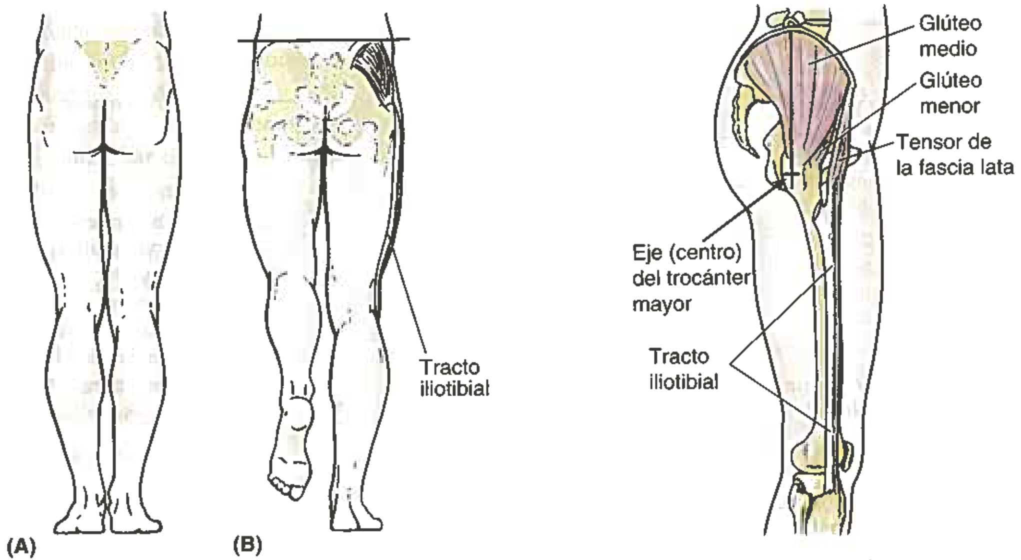

Espina ilíaca posterior superior
Arteria y nervio glúteos superiores
Ligamento sacrotuberoso
Nervio pudendo
Arteria pudenda interna
Nervio del obturador interno
Vértice del cóccix
Nervio y arteria glúteos inferiores
Nervio cutáneo femoral posterior
Bíceps femoral, cabeza larga
Semitendinoso
Semimembranoso
Aductor mayor
Grácil
Semimembranoso
Semitendinoso
Bíceps femoral, cabeza larga
Glúteo menor
Piriforme
Glúteo medio
Nervio ciático
Obturador interno y gemelos
Trocánter mayor
Obturador externo
Arteria circunfleja femoral medial
Arteria para el nervio ciático
Cuadrado femoral
Glúteo mayor
Nervio cutáneo femoral posterior
1.ª arteria perforante
Nervio ciático
Tabique intermuscular
2.ª arteria perforante
Bíceps femoral, cabeza corta

(A) Vista posterior


Cresta ilíaca
Sacro
Ala del ilion
Agujero ciático mayor
Ligamento sacroespinoso
Isquion
Cápsula de la articulación de la cadera
Tendón del piriforme
Trocánter mayor
Fosa trocantérea
Gemelo superior
Obturador interno
Gemelo inferior
Tríceps coxal
Obturador externo
Trocánter menor
Ligamento sacrotuberoso
Obturador interno en el interior de la pelvis
Trayecto del obturador interno a través del agujero ciático menor
Tuberosidad isquiática

(B) Vista posterior

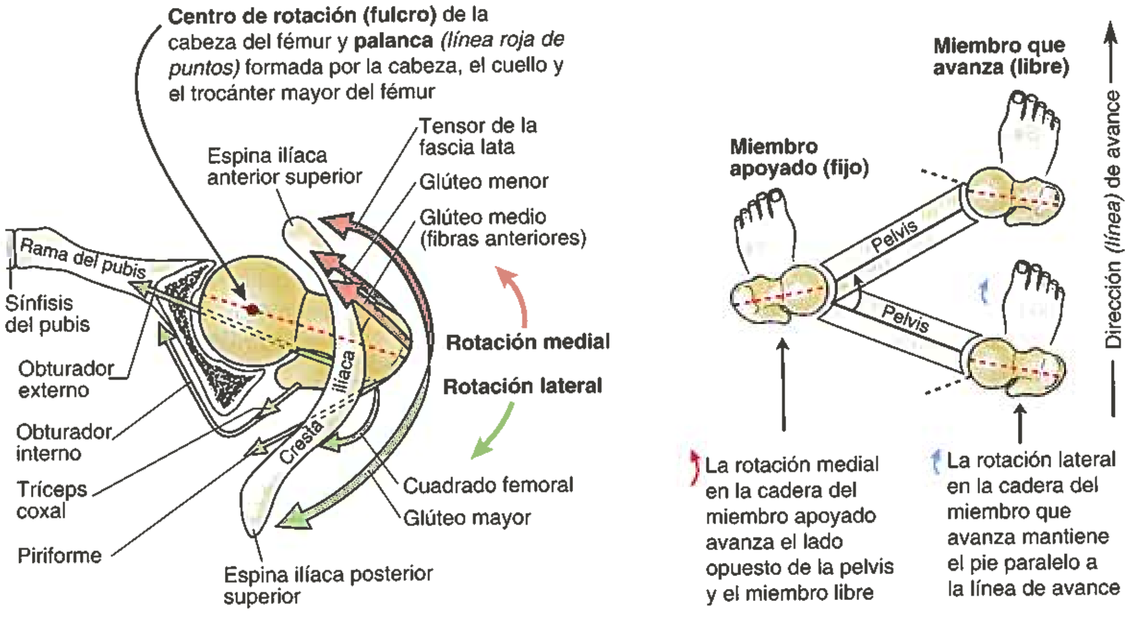
FIGURA 5-38. Disección de la región glútea y la cara posterior del muslo. A. Se ha retirado la mayor parte del glúteo mayor y el glúteo medio, y se han cortado segmentos de los isquiotibiales, para mostrar las estructuras vasculonerviosas de la región glútea y la cara posterior proximal del muslo. El nervio ciático discurre en profundidad (anterior) respecto al glúteo mayor, y queda protegido por éste inicialmente y luego por el bíceps femoral. **B.** En esta disección se muestran algunos de los rotadores laterales del muslo. Los componentes del tríceps coxal comparten una inserción común en la fosa trocantérea adyacente a la del obturador externo.



Tracto iliotibial
Glúteo medio
Glúteo menor
Tensor de la fascia lata
Eje (centro) del trocánter mayor
Tracto iliotibial
(A)
(B)

Vistas posteriores

(C) Vista lateral



Centro de rotación (fulcro) de la cabeza del fémur y palanca (línea roja de puntos) formada por la cabeza, el cuello y el trocánter mayor del fémur
Tensor de la fascia lata
Espina ilíaca anterior superior
Glúteo menor
Glúteo medio (fibras anteriores)
Rama del pubis
Sínfisis del pubis
Rotación medial
Rotación lateral
Obturador externo
Obturador interno
Tríceps coxal
Piriforme
Cresta ilíaca
Cuadrado femoral
Glúteo mayor
Espina ilíaca posterior superior
Miembro que avanza (libre)
Miembro apoyado (fijo)
Pelvis
Pelvis
Dirección (línea) de avance
La rotación medial en la cadera del miembro apoyado avanza el lado opuesto de la pelvis y el miembro libre
La rotación lateral en la cadera del miembro que avanza mantiene el pie paralelo a la línea de avance

(D) Vista superior

(E) Vista superior

FIGURA 5-39. Acción de los abductores/rotadores mediales del muslo durante la marcha. A y B. Papel de los abductores (glúteos medio y mayor, tensor de la fascia lata). Cuando el peso descansa sobre ambos pies **(A)**, la pelvis se apoya equitativamente y no se hunde. Cuando es uno de los miembros inferiores el que soporta el peso **(B)**, los músculos del lado de apoyo fijan la pelvis, de modo que ésta no se hunde hacia el lado sin apoyo. Al mantener el nivel de la pelvis se permite que el miembro que no soporta peso se separe del suelo al dirigirse hacia delante durante la fase de oscilación de la marcha. **C** y **D.** La función de los rotadores del muslo se muestra en las vistas lateral **(C)** y superior **(D)**. Obsérvese que la mayoría de los abductores —tensor de la fascia lata, glúteo menor y la mayor parte (fibras anteriores) del glúteo medio— se encuentran por delante de la palanca formada por el eje de la cabeza, el cuello y el trocánter mayor del fémur, para rotar el muslo alrededor del eje vertical que atraviesa la cabeza del fémur. La vista superior de la articulación de la cadena derecha **(D)** incluye la rama superior del pubis, el acetábulo y la cresta ilíaca; la parte inferior del ilion se ha retirado para poder mostrar la cabeza y el cuello del fémur. Las líneas de tracción de los rotadores de la cadera se indican con *flechas*, mostrando la relación antagónica debida a sus posiciones con respecto a la palanca y el centro de rotación (fulcro). Los rotadores mediales traccionan el trocánter mayor anteriormente, y los rotadores laterales lo hacen posteriormente, produciendo una rotación del muslo alrededor del eje vertical. Obsérvese que todos estos músculos también empujan la cabeza y el cuello del fémur medialmente hacia el acetábulo, reforzando la articulación. Durante la marcha **(E)**, los mismos músculos que actúan unilateralmente durante la fase de apoyo (miembro apoyado) para mantener el nivel de la pelvis mediante abducción pueden producir simultáneamente una rotación medial en la articulación de la cadera, avanzando el lado opuesto, no apoyado, de la pelvis (aumentando el avance del miembro libre). Los rotadores laterales del miembro que avanza (libre) actúan durante la fase de oscilación, para mantener el pie paralelo a la dirección (línea) de avance.

compensación de la parálisis. También actúa en conjunto con otros músculos abductores/rotadores mediales (glúteos medio y menor) (fig. 5-39). Está situado demasiado anteriormente para comportarse como un potente abductor y por ello probablemente contribuye principalmente como un músculo sinérgico o fijador.

El tensor de la fascia lata tensa la fascia lata y el tracto iliotibial. Dado que el tracto iliotibial se inserta en el fémur mediante el tabique intermuscular lateral, el tensor de la fascia lata produce escaso movimiento (si es que produce alguno) de la pierna (fig. 5-36B). Sin embargo, con la rodilla en extensión completa, contribuye a (o aumenta) la fuerza de extensión, añadiendo estabilidad, y desempeña un papel en el sostén del fémur sobre la tibia en la posición erguida, si se produce un balanceo lateral. Cuando otros músculos flexionan la rodilla, el tensor de la fascia lata puede aumentar de forma sinérgica la flexión y la rotación lateral de la pierna.

Los abductores/rotadores mediales de la articulación de la cadera tienen una función esencial durante la locomoción, avanzando y evitando el hundimiento del lado de la pelvis que no se apoya durante la marcha, tal como se ilustra y se explica en la figura 5-39. Las funciones de sostén y producción de acción de los músculos abductores/rotadores mediales dependen de la normalidad de:

- La actividad muscular y la inervación del nervio glúteo superior.
- La articulación de los componentes de la articulación de la cadera.
- La resistencia y la angulación del cuello del fémur.

MÚSCULO PIRIFORME

El músculo **piriforme,** con forma de pera, se localiza en parte sobre la pared posterior de la pelvis menor, y en parte posterior a la articulación de la cadera (figs. 5-34F y G, 5-35 y 5-37; tabla 5-6). Este músculo abandona la pelvis a través del *agujero ciático mayor,* ocupándolo casi totalmente, para insertarse en el borde superior del *trocánter mayor.*

Debido a su localización clave en la nalga, el músculo piriforme es el elemento de referencia de la región glútea, y proporciona la clave para entender las relaciones de esta región porque determina los nombres de los nervios y los vasos sanguíneos (fig. 5-38A).

- El nervio y los vasos glúteos superiores emergen superiores al músculo.
- El nervio y los vasos glúteos inferiores emergen inferiores al músculo.

Véase el cuadro azul «Lesiones del nervio ciático», en la página 582.

OBTURADOR INTERNO Y GEMELOS

El músculo **obturador interno** y los **gemelos superior** e **inferior** forman un músculo tricipital (de tres cabezas), el **«tríceps coxal»,** que ocupa el espacio entre los músculos piriforme y cuadrado femoral (figs. 5-34H, 5-35, 5-37 y 5-38A y B). El tendón común de estos músculos se sitúa horizontalmente en la nalga al pasar hacia el trocánter mayor del fémur.

En la tabla 5-6 se describen las inserciones, la acción y la inervación. El *obturador interno* se localiza parcialmente en la pelvis, donde cubre la mayor parte de la pared lateral de la pelvis menor (fig. 5-38B). Abandona la pelvis a través del *agujero ciático menor,* realiza un giro en ángulo recto (figs. 5-38B y 5-39D), se vuelve tendinoso y recibe las inserciones distales de los gemelos antes de insertarse en la cara medial del trocánter mayor (fosa trocantérea).

Los *gemelos* son refuerzos extrapélvicos, estrechos y triangulares, del obturador interno. Aunque el gemelo inferior recibe inervación aparte del nervio del cuadrado femoral, es más realista considerar estos tres músculos como una unidad (*tríceps coxal*), porque no pueden actuar de forma independiente.

La **bolsa isquiática del obturador interno** permite el movimiento libre del músculo sobre el borde posterior del isquion, donde el borde forma la escotadura ciática menor y la tróclea sobre la que el tendón se desliza al girar (fig. 5-37).

CUADRADO FEMORAL

El cuadrado femoral es un músculo cuadrangular, plano y corto, que se localiza inferior al obturador interno y los gemelos (figs. 5-34I, 5-35, 5-37 y 5-38A). Como indica su nombre, el cuadrado femoral es un músculo rectangular, potente rotador lateral del muslo.

OBTURADOR EXTERNO

Por su localización (posterior al pectíneo y los extremos superiores de los músculos aductores) e inervación (*nervio obturador*), el obturador externo se describió anteriormente en este capítulo, con los músculos mediales del muslo (fig. 5-23H; tabla 5-4). Sin embargo, actúa como rotador lateral del muslo, y su inserción distal sólo puede verse durante la disección de la región glútea (fig. 5-38B) o de la articulación de la cadera. Esta es la razón por la cual se vuelve a mencionar aquí.

Su vientre muscular se encuentra profundo en la parte proximal del muslo, y el tendón pasa inferior al cuello del fémur y en profundidad respecto al cuadrado femoral en su camino hacia su inserción en la fosa trocantérea del fémur (figs. 5-38A y 5-39D). El obturador externo, con otros músculos cortos que rodean la articulación de la cadera, estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo. Es más eficaz como rotador lateral del muslo cuando la articulación de la cadera está en flexión.

Región posterior del muslo

En la figura 5-40 se ilustran los **músculos posteriores del muslo** y sus inserciones, y en la tabla 5-7 se describen sus inserciones, inervación y acciones. Tres de los cuatro músculos de la cara posterior del muslo son **músculos isquiotibiales** (figs. 5-40A a D, y 5-41B): *1) semitendinoso, 2) semimembranoso* y *3) bíceps femoral* (cabeza larga). Estos músculos tienen características comunes:

- Inserción proximal en la tuberosidad isquiática, profunda al glúteo mayor (fig. 5-40A).
- Inserción distal en los huesos de la pierna (fig. 5-40B a E).
- Se extienden y actúan sobre dos articulaciones, produciendo extensión en la articulación de la cadera y flexión en la articulación de la rodilla.
- Inervación por el componente tibial del nervio ciático.

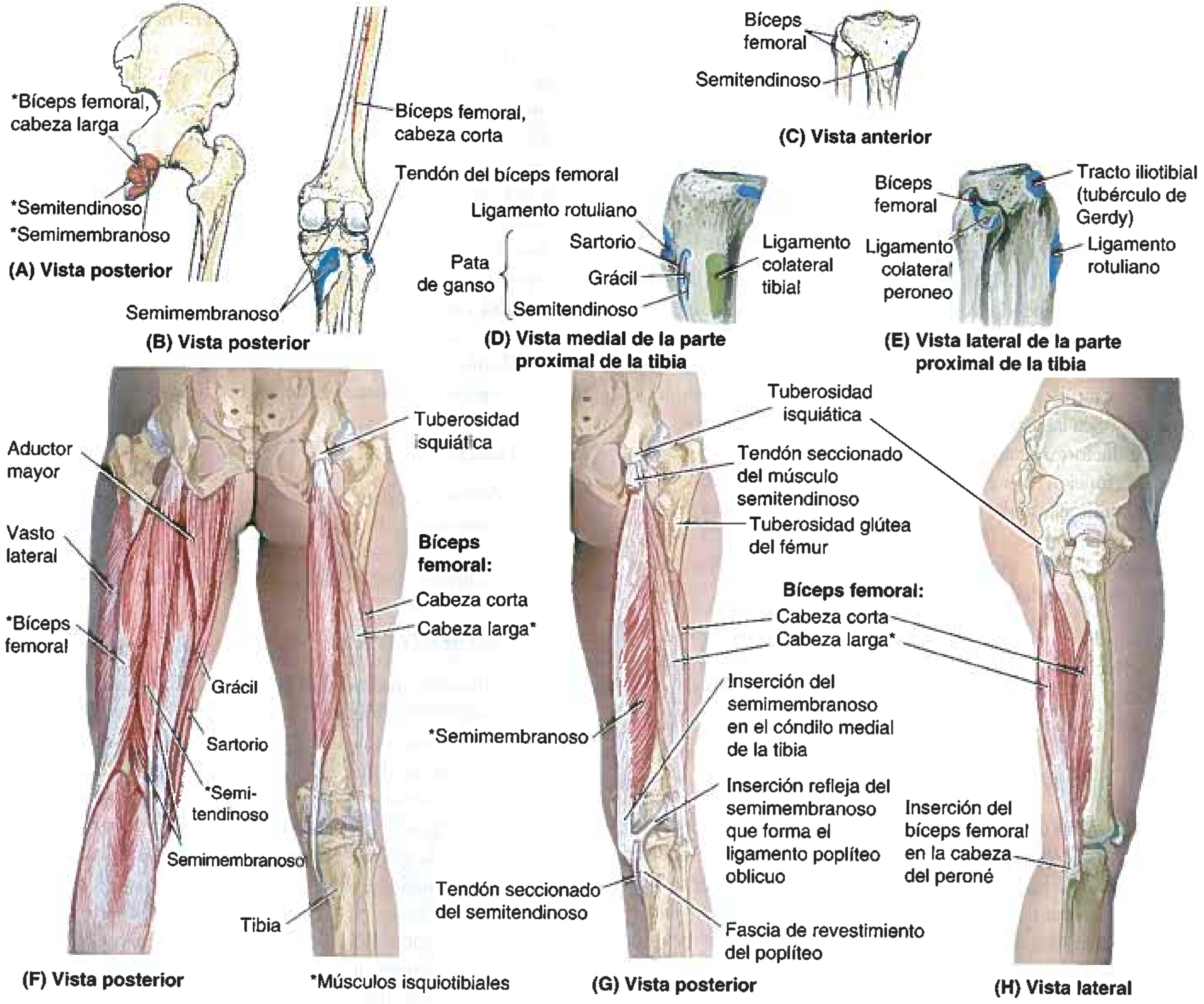

*Bíceps femoral, cabeza larga
*Semitendinoso
*Semimembranoso
(A) Vista posterior
Bíceps femoral, cabeza corta
Tendón del bíceps femoral
Semimembranoso
(B) Vista posterior
Bíceps femoral
Semitendinoso
(C) Vista anterior
Ligamento rotuliano
Sartorio
Pata de ganso
Grácil
Semitendinoso
Ligamento colateral tibial
(D) Vista medial de la parte proximal de la tibia
Bíceps femoral
Ligamento colateral peroneo
Tracto iliotibial (tubérculo de Gerdy)
Ligamento rotuliano
(E) Vista lateral de la parte proximal de la tibia
Aductor mayor
Vasto lateral
*Bíceps femoral
Grácil
Sartorio
*Semi-tendinoso
Semimembranoso
Tibia
Tuberosidad isquiática
Bíceps femoral:
Cabeza corta
Cabeza larga*
*Semimembranoso
Tendón seccionado del semitendinoso
(F) Vista posterior
*Músculos isquiotibiales
Tuberosidad isquiática
Tendón seccionado del músculo semitendinoso
Tuberosidad glútea del fémur
Bíceps femoral:
Cabeza corta
Cabeza larga*
Inserción del semimembranoso en el cóndilo medial de la tibia
Inserción refleja del semimembranoso que forma el ligamento poplíteo oblicuo
Fascia de revestimiento del poplíteo
(G) Vista posterior
Inserción del bíceps femoral en la cabeza del peroné
(H) Vista lateral

FIGURA 5-40. Músculos de la región posterior del muslo: extensores de la cadera y flexores de la rodilla.

TABLA 5-7. MÚSCULOS DE LA REGIÓN POSTERIOR DEL MUSLO: EXTENSORES DE LA CADERA Y FLEXORES DE LA RODILLA

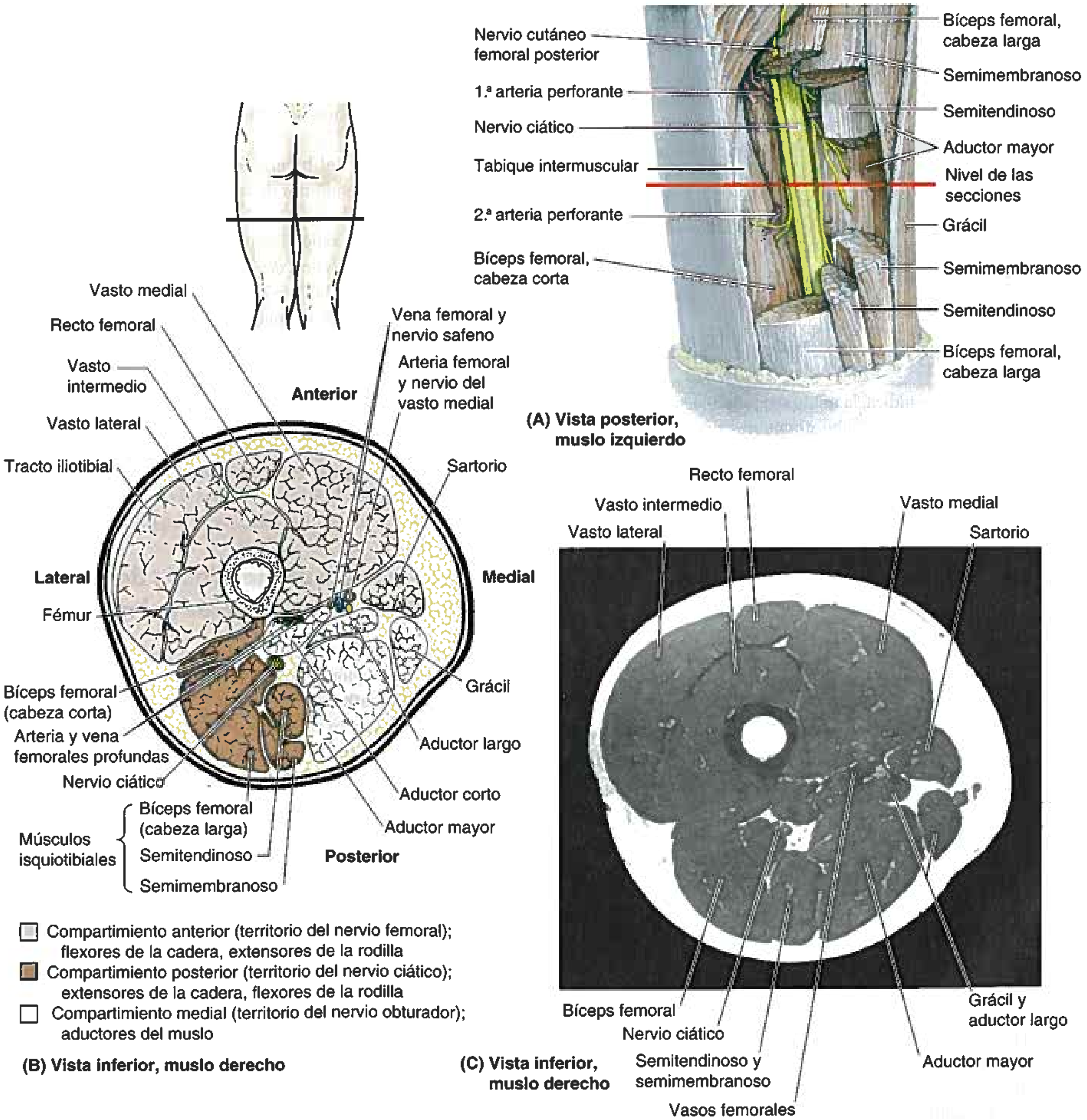
Músculo[a]	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[b]	Acción principal
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Cara medial de la parte superior de la tibia	Componente tibial del nervio ciático (**L5, S1,** S2)	Extienden el muslo; flexionan la pierna y la rotan medialmente cuando la rodilla está flexionada; cuando el muslo y la pierna están flexionados, estos músculos pueden extender el tronco
Semimembranoso		Parte posterior del cóndilo medial de la tibia; la inserción refleja forma el ligamento poplíteo oblicuo (hacia el cóndilo lateral del fémur)		
Bíceps femoral	Cabeza larga: tuberosidad isquiática Cabeza corta: línea áspera y línea supracondílea lateral del fémur	Lado lateral de la cabeza del peroné; el tendón está dividido en este punto por el ligamento colateral peroneo de la rodilla	Cabeza larga: componente tibial del nervio ciático (L5, **S1**, S2) Cabeza corta: componente peroneo común del nervio ciático (L5, **S1**, S2)	Flexiona la pierna y la rota lateralmente cuando la rodilla está flexionada; extiende el muslo (p. ej., al empezar a andar)

[a] En conjunto, estos tres músculos se conocen como isquiotibiales.

[b] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «L5, S1, S2» indica que los nervios que inervan el semitendinoso derivan del quinto segmento lumbar y de los dos primeros segmentos sacros de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita **(L5, S1)** indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

La cabeza larga del bíceps femoral cumple todas estas condiciones, pero la cabeza corta, el cuarto músculo del compartimiento posterior, no cumple alguna de ellas.

Las dos acciones de los isquiotibiales no pueden realizarse de forma máxima todo el tiempo; la flexión completa de la rodilla requiere tal acortamiento de los isquiotibiales que no pueden proporcionar la contracción adicional que sería necesaria para la extensión completa simultánea del muslo; del mismo modo, la extensión completa de la cadera acorta los isquiotibiales de modo que no pueden contraerse más para actuar totalmente sobre la rodilla. Cuando los muslos y las piernas están fijos, los isquiotibiales pueden ayudar a extender el tronco en la articulación de la cadera. Son activos en la extensión del muslo en cualquier situación, salvo en la flexión completa de la rodilla, incluyendo el mantenimiento


Nervio cutáneo femoral posterior
1.ª arteria perforante
Nervio ciático
Tabique intermuscular
2.ª arteria perforante
Bíceps femoral, cabeza corta
Bíceps femoral, cabeza larga
Semimembranoso
Semitendinoso
Aductor mayor
Nivel de las secciones
Grácil
Semimembranoso
Semitendinoso
Bíceps femoral, cabeza larga
Vasto medial
Recto femoral
Vasto intermedio
Vasto lateral
Tracto iliotibial
Anterior
Vena femoral y nervio safeno
Arteria femoral y nervio del vasto medial
Sartorio
Lateral
Medial
Fémur
Bíceps femoral (cabeza corta)
Arteria y vena femorales profundas
Nervio ciático
Grácil
Aductor largo
Aductor corto
Aductor mayor
Músculos isquiotibiales
Bíceps femoral (cabeza larga)
Semitendinoso
Semimembranoso
Posterior
☐ Compartimiento anterior (territorio del nervio femoral); flexores de la cadera, extensores de la rodilla
▨ Compartimiento posterior (territorio del nervio ciático); extensores de la cadera, flexores de la rodilla
☐ Compartimiento medial (territorio del nervio obturador); aductores del muslo
Recto femoral
Vasto intermedio
Vasto lateral
Vasto medial
Sartorio
Bíceps femoral
Nervio ciático
Semitendinoso y semimembranoso
Vasos femorales
Grácil y aductor largo
Aductor mayor

(A) Vista posterior, muslo izquierdo

(B) Vista inferior, muslo derecho

(C) Vista inferior, muslo derecho

FIGURA 5-41. Músculos y compartimientos fasciales del muslo. A. Se han cortado segmentos de los músculos isquiotibiales para mostrar el nervio ciático. Se indica el nivel de los cortes que se muestran en **B** y **C. B.** Sección transversal anatómica a través de la parte media del muslo, 10-15 cm por debajo del ligamento inguinal. Se muestran los tres compartimientos del muslo coloreados en diferentes tonalidades. Obsérvese que cada uno de ellos cuenta con su propia inervación y grupo(s) funcional(es) de músculos. **C.** Imagen transversal de RM del muslo derecho que se corresponde con **B.** (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Chair of Medical Imaging, Faculty of Medicine, University of Toronto, y Clinical Director of the Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

de la postura erguida relajada. Una persona con parálisis de los isquiotibiales tiende a caer hacia delante porque los glúteos mayores no pueden mantener el tono muscular necesario para estar en pie en posición erguida.

Los isquiotibiales son los extensores de la cadera al andar en llano, cuando el glúteo mayor muestra la actividad mínima. Sin embargo, en lugar de producir la extensión de la cadera o la flexión de la rodilla *per se* durante la marcha normal, los isquiotibiales muestran su mayor actividad cuando se contraen de forma excéntrica, resistiendo (desacelerando) la flexión de la cadera y la extensión de la rodilla durante la oscilación terminal (entre la oscilación media y el golpe de talón) (v. fig. 5-20G; tabla 5-2).

La longitud de los isquiotibiales varía, aunque suele depender de la forma física. En algunas personas no son lo suficientemente largos como para permitirles tocarse los dedos de los pies con las rodillas extendidas. Los ejercicios de estiramiento habituales pueden alargar estos músculos y tendones.

Para comprobar la función de los isquiotibiales, la persona flexiona la pierna contra resistencia. Normalmente, estos músculos (en especial sus tendones a cada lado de la fosa poplítea) deben marcarse al doblar la rodilla (v. fig. 5-48C).

SEMITENDINOSO

Tal como su nombre indica, la mitad del músculo **semitendinoso** es tendinosa (fig. 5-40F). Tiene un vientre fusiforme que suele interrumpirse por una intersección tendinosa y un tendón largo, como un cordón, que se origina aproximadamente a dos tercios del trayecto descendente en el muslo. Distalmente, el tendón se inserta en la cara medial de la parte superior de la tibia, como parte de la *pata de ganso* junto con las inserciones tendinosas del sartorio y el grácil.

SEMIMEMBRANOSO

El **semimembranoso** es un músculo ancho, también con una denominación adecuada por la forma membranosa aplanada de su inserción proximal en la tuberosidad isquiática (fig. 5-40C; tabla 5-7). El tendón de este músculo se forma alrededor de la parte media del muslo, y desciende hacia la parte posterior del cóndilo medial de la tibia.

El tendón del semimembranoso se divide distalmente en tres partes: *1*) una inserción directa en la cara posterior del cóndilo medial de la tibia; *2*) una parte que se fusiona con la fascia poplítea y *3*) una parte reflejada que refuerza la parte intercondílea de la cápsula articular de la rodilla como **ligamento poplíteo oblicuo** (fig. 5-40C; v. también fig. 5-58B).

Cuando la rodilla está en flexión de 90°, los tendones de los isquiotibiales mediales (semitendinoso y semimembranoso) pasan hacia el lado medial de la tibia. En esta posición, la contracción de estos músculos (y de los sinérgicos, entre ellos el grácil, el sartorio y el poplíteo) produce una rotación medial limitada (unos 10°) de la tibia en la rodilla. Los dos isquiotibiales mediales no son tan activos como el isquiotibial lateral, el bíceps femoral, que es el «mulo de carga» de la extensión de la rodilla (Hamill y Knutzen, 2008).

BÍCEPS FEMORAL

Como su nombre indica, el **bíceps femoral,** un músculo fusiforme, tiene dos cabezas: una *cabeza larga* y una *cabeza corta* (fig. 5-40F a H). En la parte inferior del muslo, la cabeza larga se vuelve tendinosa y se une a la cabeza corta. El tendón común redondeado de las cabezas se inserta en la cabeza del peroné, y puede observarse y apreciarse fácilmente al pasar por la rodilla, en especial cuando se flexiona ésta contra resistencia.

La **cabeza larga del bíceps femoral** cruza y protege el nervio ciático tras descender éste desde la región glútea hacia la cara posterior del muslo (figs. 5-38A y 5-41A a C). Cuando el nervio ciático se divide en sus ramos terminales, el ramo lateral (nervio peroneo común) continúa su relación discurriendo junto al tendón del bíceps.

La **cabeza corta del bíceps femoral** se origina a partir del labio lateral del tercio inferior de la línea áspera y la cresta supracondílea del fémur (fig. 5-38B y H). Mientras que la inervación de los isquiotibiales es común, a partir del componente tibial del nervio ciático, la *cabeza corta del bíceps femoral está inervada por el componente peroneo* (tabla 5-7). Como cada una de las dos cabezas del bíceps femoral tiene una inervación diferente, una lesión en la cara posterior del muslo que cause afectación nerviosa puede paralizar una de ellas y no la otra.

Cuando la rodilla presenta una flexión de 90°, los tendones del isquiotibial lateral (bíceps femoral), así como el tracto iliotibial, pasan hacia el lado lateral de la tibia. En esta posición, la contracción del bíceps feoral y del tensor de la fascia lata produce una rotación lateral de la tibia de unos 40° a nivel de la rodilla. La rotación de la rodilla flexionada es especialmente importante en el esquí.

Estructuras vasculonerviosas de las regiones glútea y posterior del muslo

A partir del *plexo sacro* se originan varios nervios importantes que, o bien inervan la región glútea (p. ej., nervios glúteos superior e inferior), o bien pasan a través de ella para inervar el periné y el muslo (p. ej., los nervios pudendo y ciático, respectivamente). En la figura 5-42 se muestran los nervios de la región glútea y la parte posterior del muslo, y en la tabla 5-8 se describen sus orígenes, trayectos y distribución.

NERVIOS CLÚNEOS

La piel de la región glútea está abundantemente inervada por los **nervios clúneos superior, medio** e **inferior.** Estos nervios superficiales inervan la piel situada sobre la cresta ilíaca, entre las espinas ilíacas posteriores y sobre el tubérculo ilíaco. Son, por lo tanto, nervios que pueden lesionarse al extraer hueso del ilion para realizar injertos.

NERVIOS GLÚTEOS PROFUNDOS

Los *nervios glúteos profundos* son los nervios glúteos superior e inferior, el nervio ciático, el nervio del músculo cuadrado femoral, el nervio cutáneo femoral posterior, el nervio del músculo obturador interno y el nervio pudendo (figs. 5-38A y 5-42; tabla 5-8).

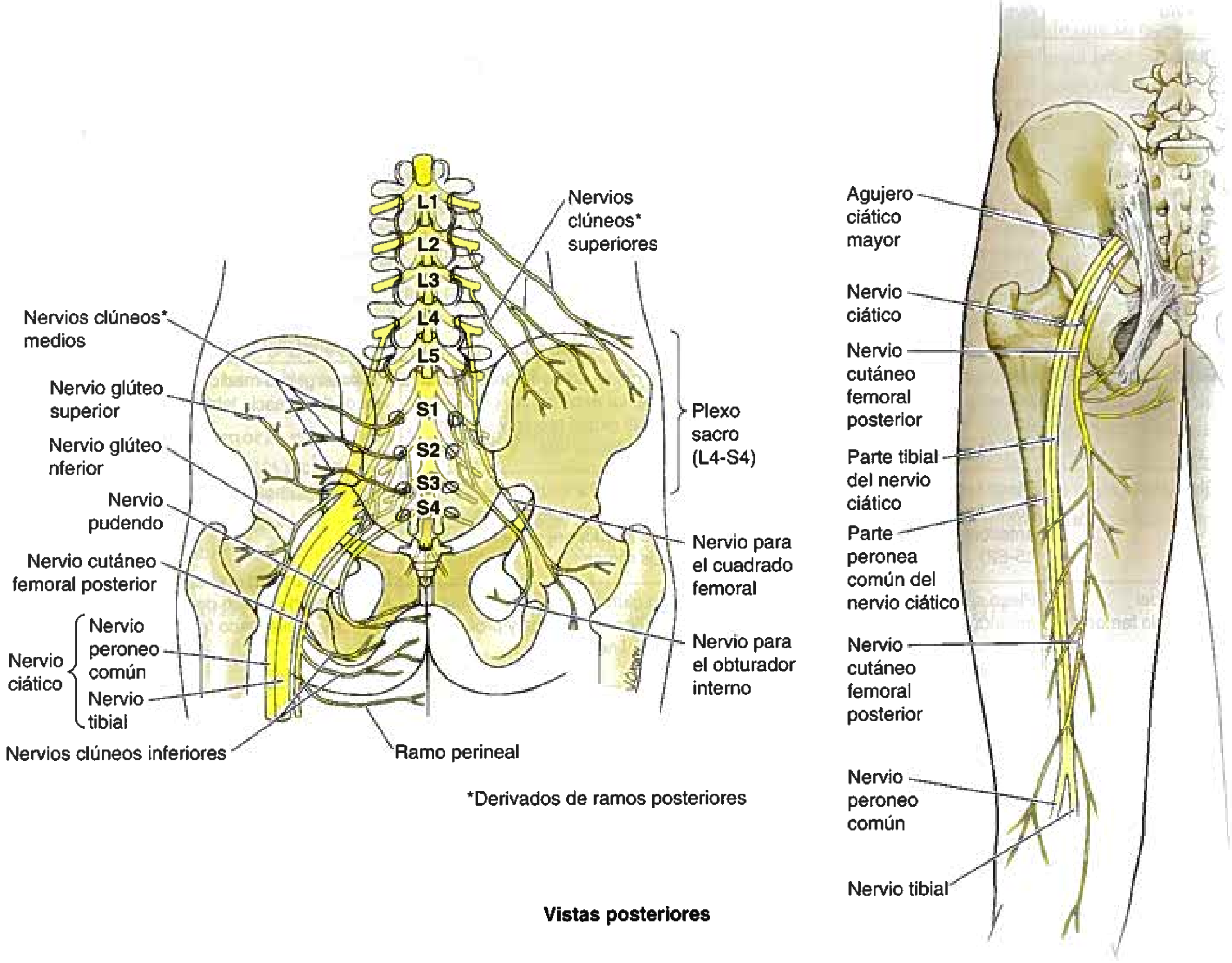

L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
Nervios clúneos* superiores
Nervios clúneos* medios
Nervio glúteo superior
Nervio glúteo nferior
Nervio pudendo
Nervio cutáneo femoral posterior
Nervio ciático
Nervio peroneo común
Nervio tibial
Nervios clúneos inferiores
Ramo perineal
Plexo sacro (L4-S4)
Nervio para el cuadrado femoral
Nervio para el obturador interno
*Derivados de ramos posteriores
Agujero ciático mayor
Nervio ciático
Nervio cutáneo femoral posterior
Parte tibial del nervio ciático
Parte peronea común del nervio ciático
Nervio cutáneo femoral posterior
Nervio peroneo común
Nervio tibial
Vistas posteriores

FIGURA 5-42. Nervios de las regiones glútea y posterior del muslo.

TABLA 5-8. NERVIOS DE LAS REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Clúneos			
Superiores	Como ramos cutáneos laterales de ramos posteriores de los nervios L1-3	Se dirigen inferior y lateralmente a través de la cresta ilíaca	Inervan la piel de la parte superior de la nalga, hasta el tubérculo de la cresta ilíaca
Medios	Como ramos cutáneos laterales de ramos posteriores de los nervios S1-3	Salen a través de los agujeros sacros posteriores y entran lateralmente en la región glútea	Inervan la piel sobre el sacro y el área adyacente de la nalga
Inferiores	Nervio cutáneo femoral posterior (ramos anteriores de S2-3)	Surgen desde el borde inferior del glúteo mayor y ascienden superficiales a este músculo	Inervan la piel de la mitad inferior de la nalga hasta el trocánter mayor

(continúa)

TABLA 5-8. NERVIOS DE LAS REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO ***(Continuación)***

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Ciático	Plexo sacro (divisiones anteriores y posteriores de ramos anteriores de los nervios L4-S3)	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme y profundo respecto al glúteo mayor; desciende por la cara posterior del muslo, profundo al bíceps femoral; se bifurca en los nervios tibial y peroneo común en el vértice de la fosa poplítea	No inerva músculos de la región glútea; inerva todos los músculos del compartimiento posterior del muslo (el componente tibial inerva todos salvo la cabeza corta del bíceps femoral, que está inervada por el componente peroneo común)
Cutáneo femoral posterior	Plexo sacro (divisiones anteriores y posteriores de ramos anteriores de los nervios S1-3)	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme y profundo respecto al glúteo mayor, emergiendo de su borde inferior; desciende por la parte posterior del muslo, profundo a la fascia lata	Inerva la piel de la mitad inferior de la nalga (a través de los nervios clúneos inferiores), la piel sobre la cara posterior del muslo y la fosa poplítea, y la piel de la parte lateral del periné y la parte medial superior del muslo (a través de su ramo perineal)
Glúteo superior	Plexo sacro (divisiones posteriores de ramos anteriores de los nervios L4-S1)	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, superior al piriforme; discurre lateralmente entre el glúteo medio y el menor, hasta el tensor de la fascia lata	Inerva el glúteo medio, el glúteo menor y el tensor de la fascia lata
Glúteo inferior	Plexo sacro (divisiones posteriores de ramos anteriores de los nervios L5-S2)	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme y profundo respecto a la parte inferior del glúteo mayor; se divide en varios ramos	Inerva el glúteo mayor
Nervio del cuadrado femoral	Plexo sacro (divisiones anteriores de ramos anteriores de los nervios L4-S1)	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme y profundo (anterior) respecto al nervio ciático	Inerva la articulación de la cadera, el gemelo inferior y el cuadrado femoral
Pudendo	Plexo sacro (divisiones anteriores de ramos anteriores de los nervios S2-4)	Sale de la pelvis a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme; desciende posterior al ligamento sacroespinoso; entra en el periné a través del agujero ciático menor	No inerva estructuras de la región glútea ni de la parte posterior del muslo (es el principal nervio del periné)
Nervio del obturador interno	Plexo sacro (divisiones posteriores de ramos anteriores de los nervios L5-S2)	Sale de la pelvis a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme; desciende posterior al ligamento sacroespinoso; entra en el periné a través del agujero ciático menor	Inerva el gemelo superior y el obturador interno

Todos estos nervios son ramos del plexo sacro y abandonan la pelvis a través del agujero ciático mayor. Con la excepción del nervio glúteo superior, todos emergen inferiormente al músculo piriforme.

Nervio glúteo superior. El **nervio glúteo superior** discurre lateralmente entre los músculos glúteos medio y menor, con la rama profunda de la arteria glútea superior. Se divide en un ramo superior, que inerva el glúteo medio, y un ramo inferior, que continúa el trayecto para pasar entre los glúteos medio y menor, e inervar ambos músculos y el tensor de la fascia lata. Véase el cuadro azul «Lesión del nervio glúteo superior», en la página 581.

Nervio glúteo inferior. El **nervio glúteo inferior** abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor, inferiormente respecto al músculo piriforme y superficial al nervio ciático, acompañado por múltiples ramas de la arteria y la vena glúteas inferiores. El nervio glúteo inferior también se divide en varios ramos, que proporcionan inervación motora al glúteo mayor que lo cubre.

Nervio ciático. El **nervio ciático** es el mayor nervio del cuerpo y es la continuación de la parte principal del *plexo sacro.* Los ramos convergen en el borde inferior del músculo piriforme para formar este nervio, una banda gruesa y aplanada, de unos 2 cm de ancho. El nervio ciático es la estructura más lateral de las que emergen a través del agujero ciático mayor inferiormente al músculo piriforme.

Mediales respecto al nervio ciático se encuentran el nervio y los vasos glúteos inferiores, los vasos pudendos internos y el nervio pudendo. El nervio ciático discurre inferolateralmente cubierto por el glúteo mayor, a mitad de camino entre el trocánter mayor y la tuberosidad isquiática. Descansa sobre el isquion y, a continuación, pasa posterior a los músculos obturador interno, cuadrado femoral y aductor mayor. Es un nervio de tal tamaño que recibe una rama de la arteria glútea inferior, la **arteria satélite del nervio ciático.**

El nervio ciático no inerva ninguna estructura de la región glútea sino los músculos posteriores del muslo, todos los músculos de la pierna y el pie, y la piel de la mayor parte de la pierna y el pie. También proporciona ramos articulares para todas las articulaciones del miembro inferior. El nervio ciático es, en realidad, la unión de dos nervios, el *nervio tibial,* que deriva de divisiones anteriores (preaxiales) de los ramos anteriores, y el *nervio peroneo común*, derivado de divisiones posteriores (postaxiales) de los ramos anteriores, en la misma vaina de tejido conectivo (figs. 5-42 y 5-43A).

Los nervios tibial y peroneo común suelen separarse en la parte distal del muslo (fig. 5-42B); sin embargo, aproximadamente en el 12 % de las personas se separan al abandonar la pelvis (fig. 5-43A). En estos casos, el nervio tibial pasa inferior al músculo piriforme, y el nervio peroneo común atraviesa el músculo o pasa superiormente a él (fig. 5-43B y C).

Nervio del músculo cuadrado femoral. El **nervio del músculo cuadrado femoral** abandona la pelvis anterior al nervio ciático y el obturador interno, y pasa sobre la cara posterior de la articulación de la cadera (fig. 5-42). Proporciona un ramo articular para esta articulación, e inerva los músculos gemelo inferior y cuadrado femoral.

Nervio cutáneo femoral posterior. El **nervio cutáneo femoral posterior** inerva más piel que cualquier otro nervio cutáneo (fig. 5-42B). Las fibras de las divisiones anteriores de S2 y S3 inervan la piel del periné, a través de su *ramo perineal*. Algunas de las fibras de las divisiones posteriores de los ramos anteriores de S1 y S2 inervan la piel de la parte inferior de la nalga (a través de los *nervios clúneos inferiores*). Otras fibras continúan inferiormente en ramos que inervan la piel de la parte posterior del muslo y la parte proximal de la pierna. A diferencia de la mayoría de los nervios denominados *cutáneos*, la parte principal de éste se encuentra profunda con respecto a la fascia profunda (fascia lata), y sólo sus ramos terminales penetran en el tejido subcutáneo para su distribución por la piel.

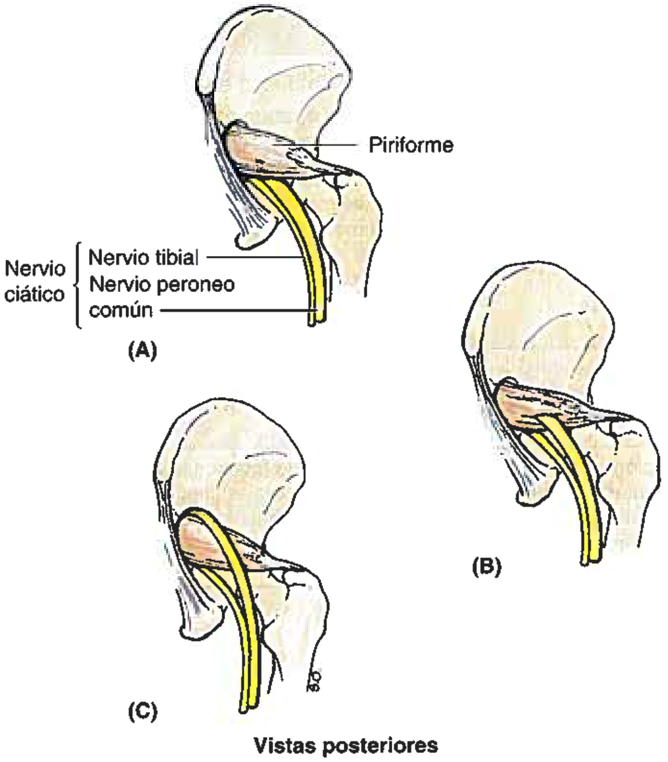


FIGURA 5-43. Relación del nervio ciático con el músculo piriforme. A. El nervio ciático suele surgir del agujero ciático mayor por debajo del piriforme. **B.** En el 12,2 % de 640 miembros estudiados por el Dr. J.C.B. Grant, el nervio ciático se dividía antes de salir por el agujero ciático mayor; el nervio peroneo común *(amarillo)* pasaba a través del piriforme. **C.** En el 0,5 % de los casos, el nervio peroneo común pasaba por encima del músculo, donde es especialmente vulnerable a la lesión durante las inyecciones intraglúteas.

Nervio pudendo. El **nervio pudendo** es la estructura más medial de las que abandonan la pelvis a través del agujero ciático mayor. Desciende inferior al músculo piriforme, posterolateral respecto al ligamento sacroespinoso, y entra en el periné a través del agujero ciático menor para inervar estructuras de esta región. El nervio pudendo no inerva estructuras de la región glútea ni de la región posterior del muslo, y se comenta con más detalle en el capítulo 3.

Nervio del músculo obturador interno. El **nervio del músculo obturador interno** se origina a partir de las divisiones anteriores de los ramos anteriores de los nervios L5-S2, y discurre paralelo al trayecto del nervio pudendo (fig. 5-42A). Al pasar alrededor de la base de la espina ciática, inerva el gemelo superior. Tras entrar en el periné, a través del agujero ciático menor, inerva el músculo obturador interno.

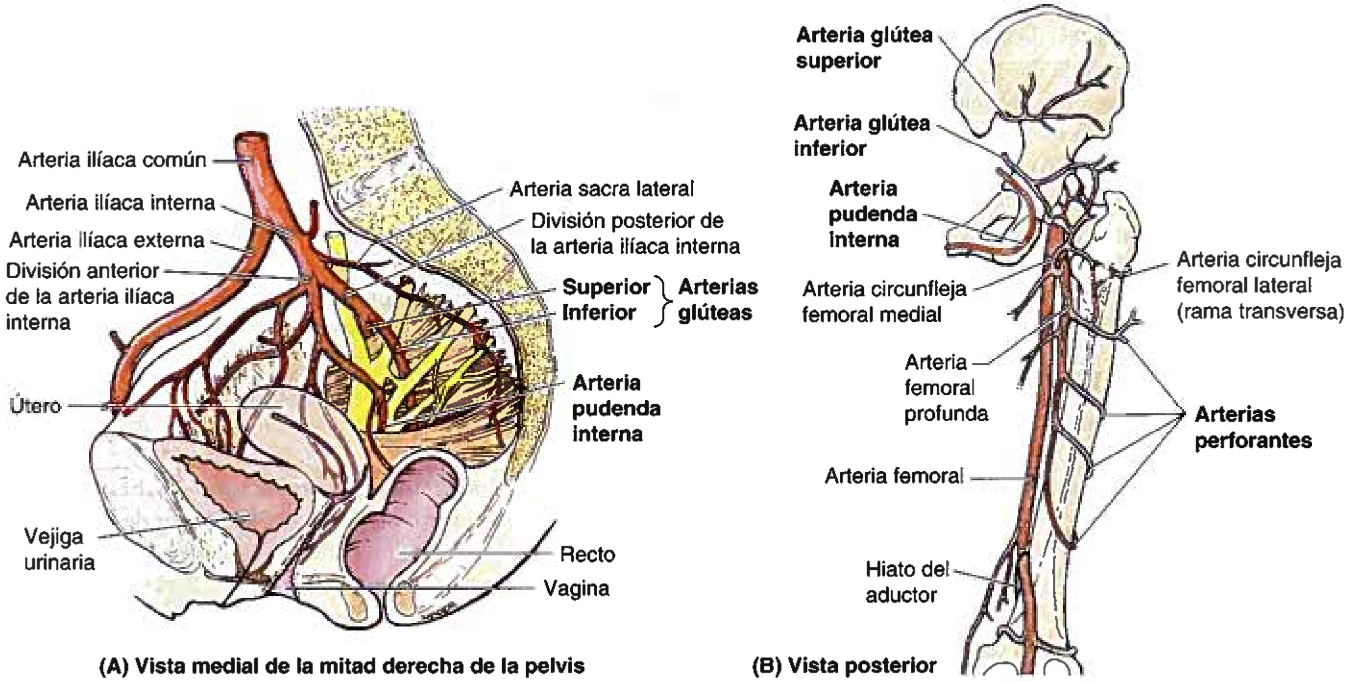
ARTERIAS DE LAS REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

Las **arterias de la región glútea** nacen, directa o indirectamente, de las *arterias ilíacas internas*, aunque sus formas de origen son variables (figs. 5-38A y 5-44; tabla 5-9). Las principales ramas de la arteria ilíaca interna que irrigan o atraviesan la región glútea son: *1*) la arteria glútea superior, *2*) la arteria glútea inferior y *3*) la arteria pudenda interna. El compartimiento posterior del muslo no tiene ninguna arteria exclusiva para él y su irrigación procede de diversas arterias: glútea inferior, circunfleja femoral medial, perforantes y poplítea.

Arteria glútea superior. La **arteria glútea superior** es la rama más gruesa de la arteria ilíaca interna y discurre posteriormente entre el tronco lumbosacro y el nervio S1. Esta arteria abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme y se divide de inmediato en sus ramas superficial y profunda. La *rama superficial* irriga el glúteo mayor y la piel que cubre la inserción proximal de este músculo. La *rama profunda* irriga los glúteos mediano y menor y el tensor de la fascia lata. La arteria glútea superior se anastomosa con las arterias glútea inferior y circunfleja femoral medial.

Arteria glútea inferior. La **arteria glútea inferior** nace de la arteria ilíaca interna y discurre posteriormente a través de la fascia pélvica parietal, entre los nervios S1 y S2 (o S2 y S3). La arteria glútea inferior sale de la pelvis a través del agujero ciático mayor, inferior al músculo piriforme, penetra en la región glútea profunda al glúteo mayor y desciende medial al nervio ciático.

La arteria glútea inferior irriga el glúteo mayor, el obturador interno, el cuadrado femoral y las partes superiores de los músculos isquiotibiales. Se anastomosa con la arteria glútea superior y participa con frecuencia, aunque no siempre, en la *anastomosis cruzada del muslo*, en la que intervienen las primeras arterias perforantes de la arteria femoral profunda y las arterias circunflejas


Arteria ilíaca común
Arteria ilíaca interna
Arteria ilíaca externa
División anterior de la arteria ilíaca interna
Útero
Vejiga urinaria
Arteria sacra lateral
División posterior de la arteria ilíaca interna
Superior
Inferior
Arterias glúteas
Arteria pudenda interna
Recto
Vagina
Arteria glútea superior
Arteria glútea inferior
Arteria pudenda interna
Arteria circunfleja femoral medial
Arteria femoral profunda
Arteria femoral
Hiato del aductor
Arteria circunfleja femoral lateral (rama transversa)
Arterias perforantes

(A) Vista medial de la mitad derecha de la pelvis **(B) Vista posterior**

FIGURA 5-44. **Arterias de las regiones glútea y posterior del muslo.**

TABLA 5-9. ARTERIAS DE LAS REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

Arteria[a]	Recorrido	Distribución
Glútea superior	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, superior al piriforme; se divide en ramas superficial y profunda; se anastomosa con las arterias glútea inferior y circunfleja femoral medial (no se muestran en la fig. 5-44)	Rama superficial: irriga el glúteo mayor Rama profunda: discurre entre los músculos glúteo medio y menor, irrigándolos, así como al tensor de la fascia lata
Glútea inferior	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al piriforme; desciende por el lado medial del nervio ciático; se anastomosa con la arteria glútea superior y participa en la anastomosis cruzada del muslo, que incluye la primera arteria perforante de la arteria femoral profunda y las arterias circunflejas femorales medial y lateral (no se muestran en la fig. 5-44)	Irriga el glúteo mayor, el obturador interno, el cuadrado femoral y la parte superior de los isquiotibiales
Pudenda interna	Entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor y desciende posterior a la espina ciática; entra en el periné a través del agujero ciático menor	Irriga los genitales externos y los músculos de la región perineal; no irriga la región glútea
Perforantes	Entran en el compartimiento posterior tras perforar la porción aponeurótica de inserción del aductor mayor y el tabique intermuscular medial; tras proporcionar ramas musculares para los isquiotibiales, prosiguen hacia el compartimiento anterior a través del tabique intermuscular lateral	Irrigan la mayor parte (porciones centrales) de los músculos isquiotibiales; luego irrigan el vasto lateral en el compartimiento anterior

[a] Todas estas arterias se originan de la arteria ilíaca interna (v. en la fig. 5-29 una vista anterior).

femorales medial y lateral (tabla 5-5). Todos estos vasos participan en la irrigación de las estructuras proximales de la parte posterior del muslo.

Antes del nacimiento, la arteria glútea inferior es la arteria principal del compartimiento posterior, al que atraviesa en toda su longitud y se continúa luego con la arteria poplítea. Sin embargo, esta parte de la arteria disminuye posnatalmente y persiste como la *arteria satélite del nervio ciático.*

Arteria pudenda interna. La **arteria pudenda interna** surge de la la arteria ilíaca interna y se sitúa anterior a la arteria glútea inferior. Discurre paralelamente al nervio pudendo y penetra en la región glútea a través del agujero ciático mayor, inferior al músculo piriforme. La arteria pudenda interna sale inmediatamente de la región glútea al cruzar la espina ciática y el ligamento sacroespinoso, y entra en el periné a través del agujero ciático menor. Paralelamente al nervio pudendo, irriga la piel, los genitales externos y los músculos de la región perineal. No irriga ninguna estructura de las regiones glútea o posterior del muslo.

Arterias perforantes. Habitualmente hay cuatro **arterias perforantes** procedentes de la arteria femoral profunda; tres de ellas se originan en el compartimiento anterior, y la cuarta es la rama terminal de la arteria femoral profunda propiamente dicha (fig. 5-44; tabla 5-9). Las arterias perforantes son vasos de grueso calibre, de presencia inusual en los miembros por su curso transversal intercompartimental.

En las intervenciones practicadas en el compartimiento posterior del muslo, el cirujano debe identificar estas arterias para evitar lesionarlas inadvertidamente. Para llegar al compartimiento posterior, perforan la porción aponeurótica de la inserción distal del aductor mayor. Una vez dentro de dicho compartimiento, dan lugar típicamente a ramas para los músculos isquiotibiales y ramas anastomóticas que ascienden o descienden para unirse con las ramas que surgen superior o inferiormente de las otras arterias perforantes o de las arterias glútea inferior y poplítea.

Así pues, existe una cadena continua de anastomosis arteriales que se extiende desde la región glútea a la poplítea y da lugar a ramas adicionales para los músculos y el nervio ciático. Después de emitir las ramas para el compartimiento posterior, las arterias perforantes atraviesan el tabique intermuscular lateral y penetran en el compartimiento anterior, donde irrigan el músculo vasto lateral.

VENAS DE LAS REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

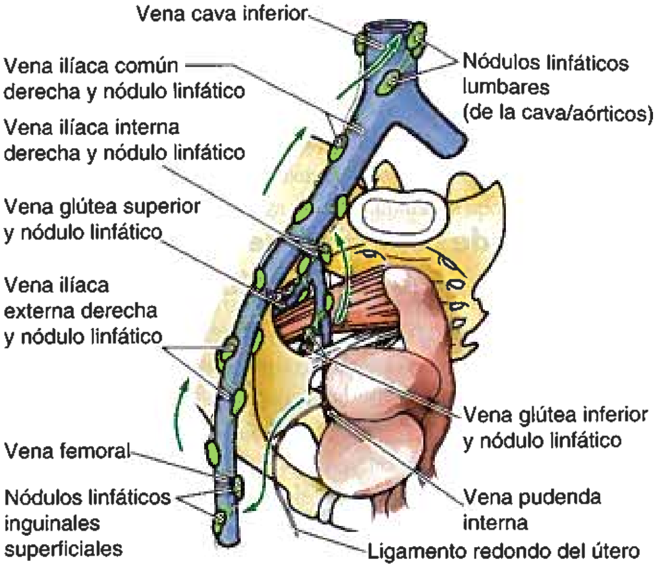
Las **venas glúteas** son tributarias de las venas ilíacas internas que drenan la sangre de la región glútea. Las **venas glúteas superior** e **inferior** acompañan a las arterias correspondientes a través del agujero ciático mayor, superior e inferiormente al músculo piriforme, respectivamente (v. fig. 5-45A). Comunican con tributarias de la vena femoral, y por lo tanto constituyen vías alternativas para el retorno de la sangre del miembro inferior si la vena femoral está ocluida o debe ligarse.

Las **venas pudendas internas** acompañan a las arterias pudendas internas y se unen para formar un solo tronco que desemboca en la vena ilíaca interna. Estas venas drenan la sangre de los genitales externos. Las *venas perforantes*, que acompañan a las arterias homónimas, drenan la sangre del compartimiento posterior del muslo hasta la *vena femoral profunda*. Al igual que las arterias, las venas perforantes suelen comunicarse inferiormente con la vena poplítea y superiormente con la vena glútea inferior.

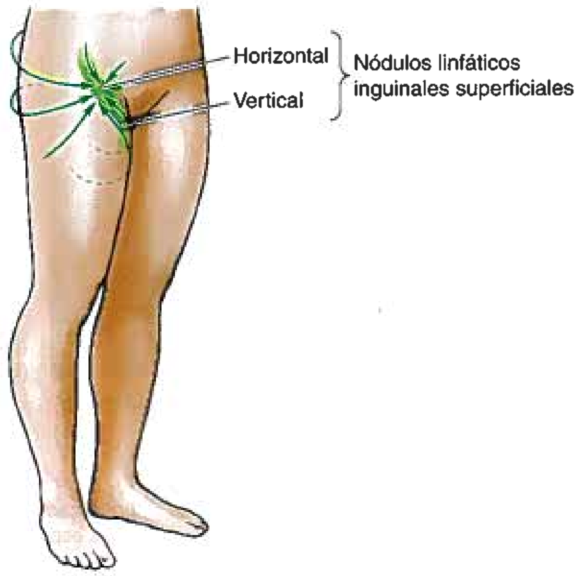
DRENAJE LINFÁTICO DE LAS REGIONES GLÚTEA Y DEL MUSLO

La linfa de los tejidos profundos de las nalgas acompaña a los vasos glúteos hasta los **nódulos linfáticos glúteos superiores** e **inferiores,** desde ellos a los ***nódulos linfáticos ilíacos*** *internos, externos* y *comunes* (fig. 5-45A), y luego a los ***nódulos linfáticos lumbares laterales (aórticos/de la cava).***

La linfa de los tejidos superficiales de la región glútea llega a los *nódulos linfáticos inguinales superficiales*, que reciben también linfa procedente del muslo (fig. 5-45A y B). Todos los nódulos linfáticos superficiales emiten vasos linfáticos eferentes a los nódulos linfáticos ilíacos externos.


Vena cava inferior
Vena ilíaca común derecha y nódulo linfático
Vena ilíaca interna derecha y nódulo linfático
Vena glútea superior y nódulo linfático
Vena ilíaca externa derecha y nódulo linfático
Vena femoral
Nódulos linfáticos inguinales superficiales
Nódulos linfáticos lumbares (de la cava/aórticos)
Vena glútea inferior y nódulo linfático
Vena pudenda interna
Ligamento redondo del útero

(A) Drenaje linfático profundo de la región glútea y el muslo



(B) Drenaje linfático superficial de la región glútea y el muslo

FIGURA 5-45. Drenaje linfático de la región glútea y del muslo. A. La linfa procedente de los tejidos profundos de la región glútea entra en la pelvis a lo largo de las venas glúteas, drenando en los nódulos linfáticos glúteos superiores e inferiores, desde los que pasa a los nódulos linfáticos ilíacos y lumbares laterales (de la cava/aórticos). **B.** La linfa procedente de los tejidos superficiales de la región glútea pasa inicialmente a los nódulos inguinales superficiales, que también reciben linfa del muslo. La linfa de todos los nódulos inguinales superficiales pasa, a través de vasos linfáticos eferentes, hacia los nódulos linfáticos ilíacos externos y comunes, y lumbares derechos e izquierdos (de la cava/aórticos), drenando a través de troncos linfáticos lumbares a la cisterna del quilo y el conducto torácico.

En cuanto a la vascularización global del miembro inferior, la mayor parte de la sangre arterial que llega y de la sangre venosa y la linfa que proceden del miembro discurren a lo largo de la cara anteromedial de éste, más protegida.

Los músculos flexores generalmente están más protegidos que los extensores; estos últimos se hallan más expuestos, y por lo tanto son más vulnerables, en la posición de defensa (fetal) (columna vertebral y miembros flexionados).

Anatomía de superficie de las regiones glútea y posterior del muslo

La piel de la región glútea suele ser gruesa y tosca, especialmente en el hombre; en cambio, la piel del muslo es relativamente delgada y se halla unida laxamente al tejido subcutáneo subyacente. Una línea que una los *puntos más elevados de ambas crestas ilíacas* (fig. 5-46A) cruza el disco intervertebral L4-5 y constituye un punto de referencia útil para realizar una *punción lumbar* (v. cap. 4), pues corresponde a la parte media de la *cisterna lumbar*.

La *hendidura interglútea*, que comienza por debajo del vértice del sacro, es un profundo surco situado entre las nalgas. Superiormente llega incluso hasta los segmentos S3 o S4. El *cóccix* puede palparse en la parte superior de la hendidura interglútea.

Las *espinas ilíacas posteriores superiores* se hallan en el extremo posterior de las crestas ilíacas y pueden ser difíciles de palpar; sin embargo, se localizan siempre en el fondo de los hoyuelos cutáneos permanentes situados a unos 3,75 cm de la línea

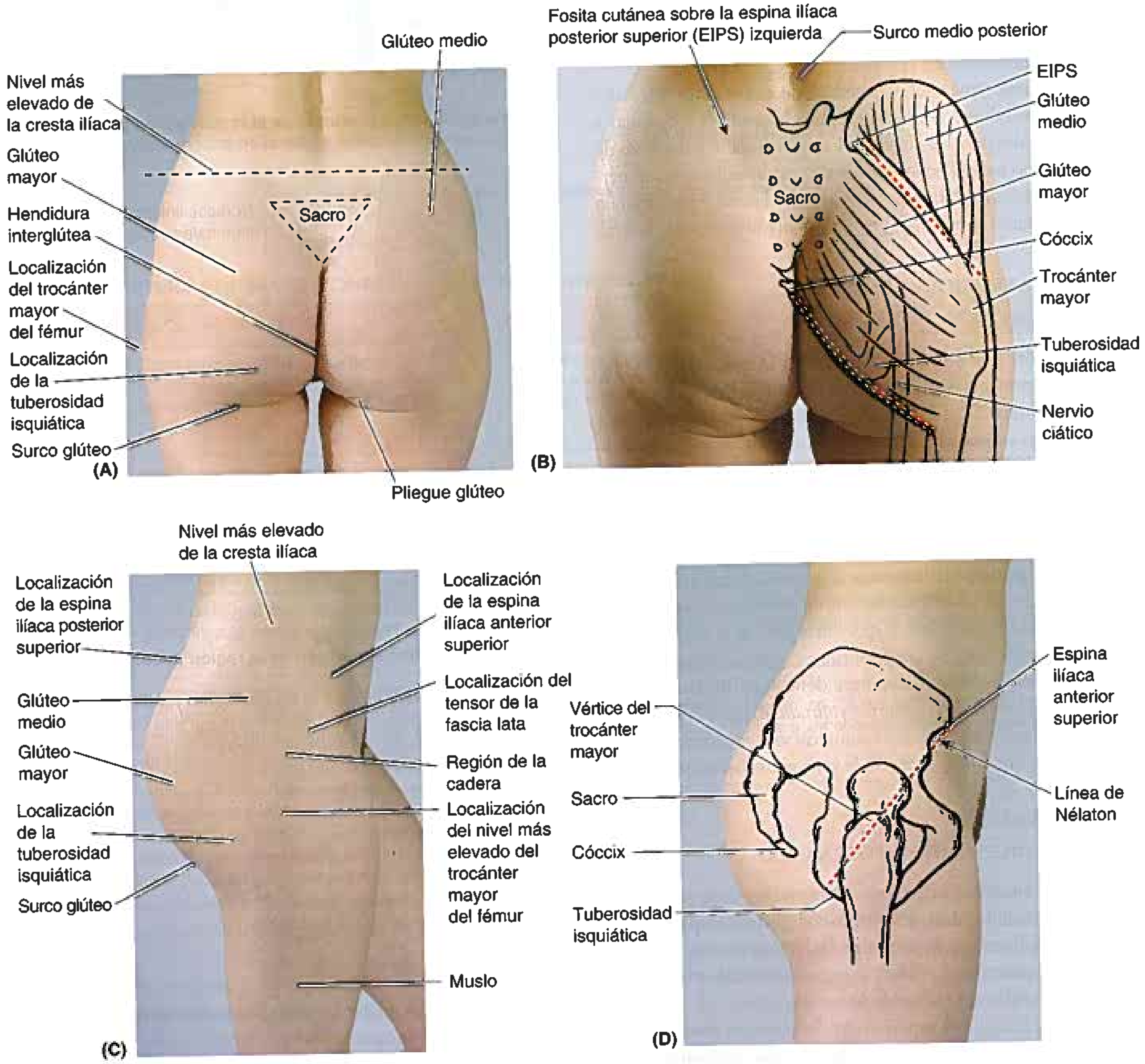

Nivel más elevado de la cresta ilíaca
Glúteo medio
Glúteo mayor
Sacro
Hendidura interglútea
Localización del trocánter mayor del fémur
Localización de la tuberosidad isquiática
Surco glúteo
(A)
Pliegue glúteo
Fosita cutánea sobre la espina ilíaca posterior superior (EIPS) izquierda
Surco medio posterior
EIPS
Glúteo medio
Glúteo mayor
Sacro
Cóccix
Trocánter mayor
Tuberosidad isquiática
Nervio ciático
(B)
Nivel más elevado de la cresta ilíaca
Localización de la espina ilíaca posterior superior
Glúteo medio
Glúteo mayor
Localización de la tuberosidad isquiática
Surco glúteo
Localización de la espina ilíaca anterior superior
Localización del tensor de la fascia lata
Región de la cadera
Localización del nivel más elevado del trocánter mayor del fémur
Muslo
(C)
Vértice del trocánter mayor
Sacro
Cóccix
Tuberosidad isquiática
Espina ilíaca anterior superior
Línea de Nélaton
(D)

FIGURA 5-46. Anatomía de superficie de la región glútea.

media (fig. 5-46B). Una línea que una estos hoyuelos, a menudo más visibles en la mujer que en el hombre, atraviesa la apófisis espinosa de S2 e indica el límite inferior del *saco dural,* la parte media de las articulaciones sacroilíacas y la bifurcación de las arterias ilíacas comunes.

Solamente puede observarse la localización de dos de los músculos glúteos. El *glúteo mayor* cubre la mayor parte de las estructuras de la región glútea y puede notarse su contracción al enderezarse desde la posición flexionada. El borde inferior de este voluminoso músculo está situado inmediatamente por encima del *pliegue glúteo,* que contiene una cantidad variable de grasa subcutánea (fig. 5-46A y C). El pliegue glúteo desaparece al flexionar la articulación de la cadera. El grado de prominencia del pliegue glúteo se modifica en ciertos procesos anormales, como la *atrofia del glúteo mayor.* Una línea imaginaria trazada desde el cóccix hasta la tuberosidad isquiática señala el borde inferior del glúteo mayor (fig. 5-46B). Otra línea trazada desde la EIPS hasta un punto ligeramente por encima del trocánter mayor indica el borde superior de este músculo.

El **surco glúteo,** el surco cutáneo inferior al pliegue glúteo, delimita la nalga de la parte posterior del muslo (fig. 5-46A y B). Al extender el muslo como en las figuras, la *tuberosidad isquiática* está cubierta por la parte inferior del glúteo mayor; sin embargo, la tuberosidad es fácil de palpar al flexionar el muslo, debido a que el glúteo mayor se desliza superiormente y deja expuesta la tuberosidad, que entonces pasa a ser subcutánea. La tuberosidad isquiática puede autopalparse al sentarse.

La parte superior del *glúteo medio* puede palparse entre la parte superior del glúteo mayor y la cresta ilíaca (figs. 5-46B y 5-47A y B). El glúteo medio de una nalga puede palparse al apoyar todo el peso del cuerpo en el miembro homolateral.

El *trocánter mayor,* el punto óseo más lateral de la región glútea, puede palparse en la cara lateral de la cadera, especialmente su parte inferior (fig. 5-46A a C). Es más fácil palparlo al abducir pasivamente el miembro inferior para relajar los glúteos medio y menor. El vértice del trocánter está situado aproximadamente a un través de mano por debajo del tubérculo de la cresta ilíaca.

La prominencia del trocánter se acentúa en la luxación de la cadera que produce atrofia de los músculos glúteos y desplazamiento del trocánter. Una línea trazada desde la EIAS hasta la tuberosidad isquiática (*línea de Nélaton*), que atraviese la cara lateral de la región de la cadera, pasa normalmente sobre el vértice del trocánter mayor, o cerca (fig. 5-46D). El trocánter puede palparse superior a esta línea cuando hay luxación de la cadera o fractura del cuello femoral. El *trocánter menor* es palpable con dificultad desde la cara posterior con el muslo en extensión y rotación medial.

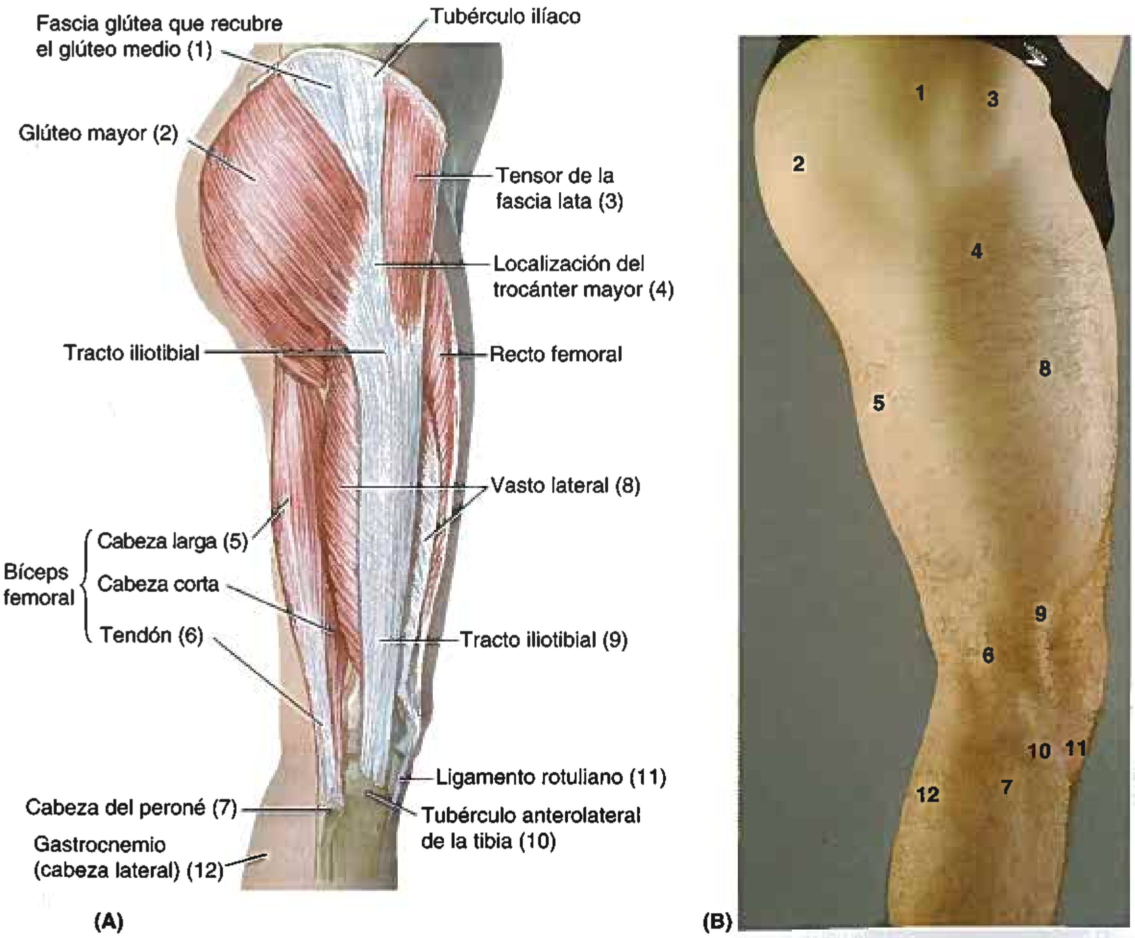
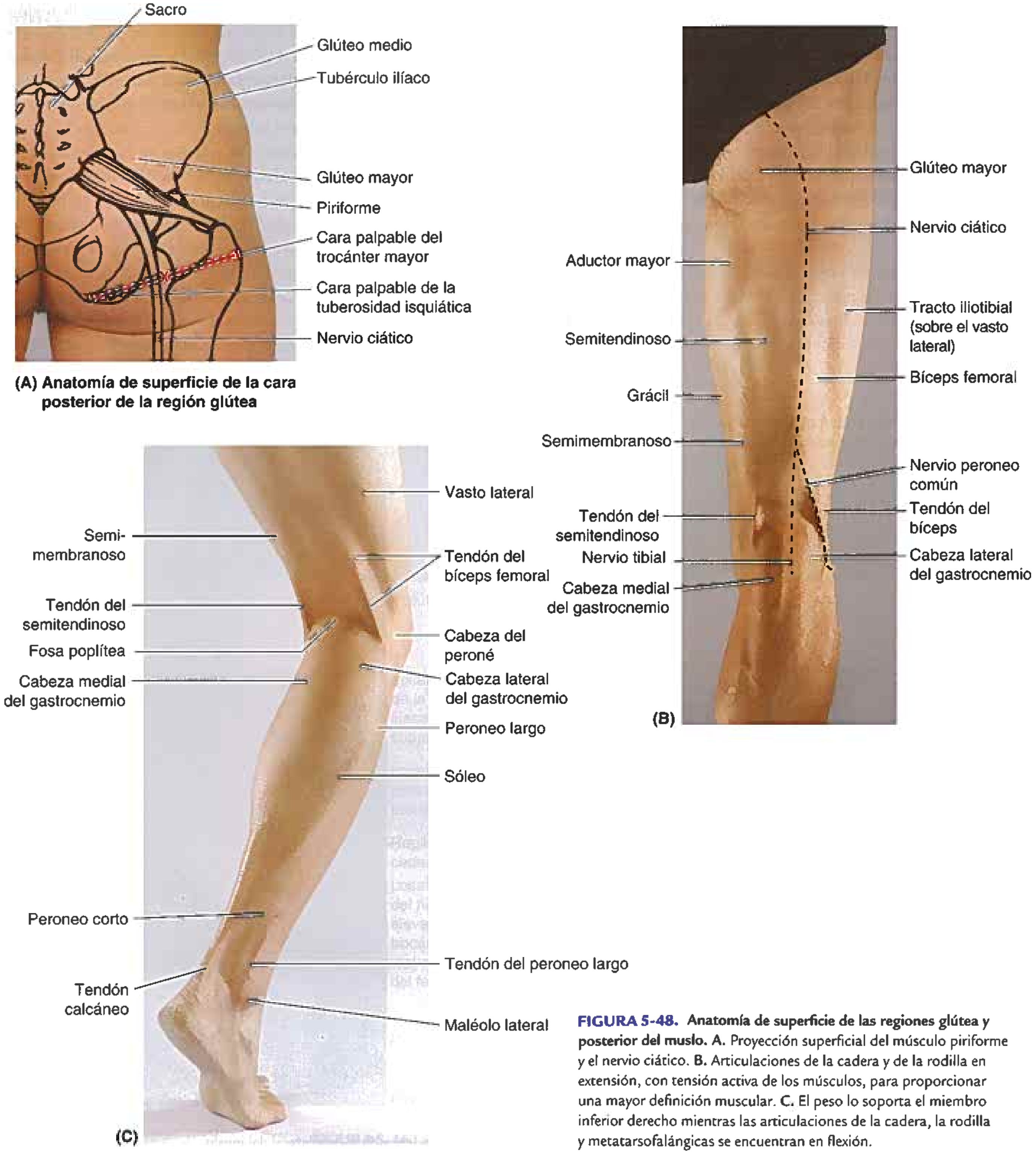

Fascia glútea que recubre el glúteo medio (1)
Tubérculo ilíaco
Glúteo mayor (2)
Tensor de la fascia lata (3)
Localización del trocánter mayor (4)
Tracto iliotibial
Recto femoral
Vasto lateral (8)
Bíceps femoral
Cabeza larga (5)
Cabeza corta
Tendón (6)
Tracto iliotibial (9)
Ligamento rotuliano (11)
Cabeza del peroné (7)
Tubérculo anterolateral de la tibia (10)
Gastrocnemio (cabeza lateral) (12)
(A)
(B)
1
3
2
4
8
5
9
6
10
11
12
7

FIGURA 5-47. **Anatomía de superficie de la región de la cadera y de la cara lateral del muslo.**

El punto de referencia superficial del borde superior del músculo piriforme viene indicado por una línea trazada desde el hoyuelo cutáneo formado por la EIPS hasta el borde superior del trocánter mayor del fémur (fig. 5-48A).

El *nervio ciático*, la estructura más importante inferior al músculo piriforme, queda representado por una línea desde el punto medio entre el trocánter mayor y la tuberosidad isquiática, que discurra hacia abajo a lo largo de la parte media de la cara posterior del muslo (fig. 5-48B). El nivel de la bifurcación del nervio ciático en los nervios tibial y peroneo común es variable. La separación suele producirse entre los tercios medio e inferior del muslo. Con menos frecuencia ocurre a su paso a través del agujero


Sacro
Glúteo medio
Tubérculo ilíaco
Glúteo mayor
Piriforme
Cara palpable del trocánter mayor
Cara palpable de la tuberosidad isquiática
Nervio ciático
Glúteo mayor
Nervio ciático
Aductor mayor
Tracto iliotibial (sobre el vasto lateral)
Semitendinoso
Bíceps femoral
Grácil
Semimembranoso
Nervio peroneo común
Tendón del semitendinoso
Tendón del bíceps
Nervio tibial
Cabeza lateral del gastrocnemio
Cabeza medial del gastrocnemio
(B)
Vasto lateral
Semi-membranoso
Tendón del bíceps femoral
Tendón del semitendinoso
Cabeza del peroné
Fosa poplítea
Cabeza medial del gastrocnemio
Cabeza lateral del gastrocnemio
Peroneo largo
Sóleo
Peroneo corto
Tendón del peroneo largo
Tendón calcáneo
Maléolo lateral
(C)

(A) Anatomía de superficie de la cara posterior de la región glútea

FIGURA 5-48. Anatomía de superficie de las regiones glútea y posterior del muslo. A. Proyección superficial del músculo piriforme y el nervio ciático. **B.** Articulaciones de la cadera y de la rodilla en extensión, con tensión activa de los músculos, para proporcionar una mayor definición muscular. **C.** El peso lo soporta el miembro inferior derecho mientras las articulaciones de la cadera, la rodilla y metatarsofalángicas se encuentran en flexión.

ciático mayor. El nervio ciático se distiende al flexionar el muslo y extender la rodilla, y se relaja con el muslo en extensión y la rodilla en flexión.

El *nervio tibial* sigue la bisectriz de la fosa poplítea. El *nervio peroneo común* sigue al bíceps femoral, que lo cubre.

Los *músculos isquiotibiales* pueden palparse agrupados cuando se originan en la tuberosidad isquiática y se extienden a lo largo de la cara posterior del muslo (fig. 5-48B y C). El *tracto iliotibial*, la banda fibrosa que refuerza lateralmente la fascia lata, puede observarse sobre la cara lateral del muslo a su paso hacia el *cóndilo lateral de la tibia* (fig. 5-47A y B).

En posición sentada con los miembros inferiores extendidos, si se levantan los talones del suelo puede palparse el borde anterior del tracto iliotibial, que pasa a un través de dedo posterior al borde lateral de la rótula. Dicho tracto se palpa prominente y tenso con los talones levantados, y es inapreciable al bajarlos.

Los *tendones de los músculos isquiotibiales* pueden observarse y palparse en los bordes de la *fosa poplítea*, la depresión situada entre los tendones de la parte posterior de la rodilla flexionada (fig. 5-48B y C). El *tendón del bíceps femoral* se halla en el lado lateral de la fosa. Cuando se flexiona la rodilla contra resistencia, el tendón más lateral en el lado medial es el *tendón del semimembranoso*.

Al sentarse en una silla con las rodillas flexionadas, si se oprimen los talones contra las patas de la silla y se palpa el tendón del bíceps femoral lateralmente, puede seguirse hasta la cabeza del peroné. Asimismo puede palparse medialmente el *tendón del semitendinoso*, estrecho y más prominente, que sobresale del tendón del semimembranoso que se inserta en la porción superomedial de la tibia.

Véase «Lesiones de los músculos isquiotibiales» en el cuadro azul que sigue.

REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

Bursitis trocantérea

La **bursitis trocantérea,** o inflamación de la bolsa trocantérea (v. fig. 5-37), puede producirse por la repetición continuada de acciones como subir escaleras llevando objetos pesados, o correr por una cinta ergométrica de elevada pendiente. En estos movimientos interviene el glúteo mayor y se desplazan las fibras tendinosas en un movimiento repetido de vaivén sobre la bolsa del trocánter mayor. La bursitis trocantérea causa un dolor profundo difuso en la región lateral del muslo.

Este tipo de **bursitis por fricción** se caracteriza por un dolor puntual a la presión sobre el trocánter mayor; sin embargo, el dolor se irradia a lo largo del tracto iliotibial, que se extiende desde el tubérculo ilíaco hasta la tibia (v. figs. 5-36 y 5-39C). Este engrosamiento de la fascia lata recibe refuerzos tendinosos de los músculos tensor de la fascia lata y glúteo mayor. El dolor producido por una bolsa trocantérea inflamada, que suele localizarse inmediatamente por detrás del trocánter mayor, se desencadena habitualmente por la abducción y la rotación lateral del muslo, efectuadas contra resistencia manual, con el paciente en decúbito lateral sobre el lado sano.

Bursitis isquiática

Los microtraumatismos recurrentes producidos por estrés repetido (p. ej., al pedalear, remar o en otras acciones con extensión repetida de la cadera en posición sentada) pueden superar la capacidad de la bolsa isquiática (v. fig. 5-37) para amortiguar el estrés que recibe. Los traumatismos recurrentes dan lugar a la inflamación de la bolsa **(bursitis isquiática).**

La bursitis isquiática es una *bursitis por fricción* excesiva entre la bolsa y la tuberosidad isquiáticas. Se produce un dolor localizado sobre la bolsa, que aumenta con los movimientos del glúteo mayor. Pueden ocurrir calcificaciones en la bolsa, con bursitis crónica. Como las tuberosidades isquiáticas soportan el peso del cuerpo durante la sedestación, pueden producirse *úlceras de decúbito* en las personas debilitadas, especialmente en los parapléjicos mal atendidos.

Lesiones de los músculos isquiotibiales

La **distensión de los músculos isquiotibiales** (con estiramiento y/o desgarro) es frecuente en los participantes en carreras, saltos o deportes como béisbol, baloncesto, rugby y fútbol. El violento esfuerzo muscular necesario en estos deportes puede arrancar (desgarrar) parte de las inserciones tendinosas proximales de los músculos isquiotibiales en la tuberosidad isquiática. Las distensión de estos músculos ocurre con una frecuencia doble que la distensión del cuádriceps.

Habitualmente las distensiones en el muslo se acompañan de contusión (sufusión hemorrágica) y desgarro de las fibras musculares, con rotura de los vasos sanguíneos que irrigan los músculos. El *hematoma* resultante queda contenido por la densa fascia lata, que actúa como una media.

El *desgarro de las fibras de los músculos isquiotibiales* es a menudo tan doloroso al moverse o estirar la pierna, que el deportista cae y se retuerce de dolor. Estas lesiones se producen a menudo por un calentamiento insuficiente antes de comenzar la práctica deportiva.

La *avulsión de la tuberosidad isquiática* en la inserción proximal del bíceps femoral y el semitendinoso puede ocurrir por flexión forzada de la cadera con la rodilla extendida (p. ej. en una patada de rugby). (V. fig. C5-1 y el cuadro azul «Traumatismos del hueso coxal», p. 526.)

Lesión del nervio glúteo superior

Las lesiones de este nervio producen una pérdida motora característica, con *cojera del glúteo medio* incapacitante, para compensar la débil abducción del muslo efectuada por los glúteos medio y menor, y/o *marcha glútea,* una inclinación compensadora del cuerpo para colocar el centro de gravedad sobre el miembro inferior que soporta el peso. La rotación medial del muslo está asimismo intensamente afectada. En un sujero normal, al pedirle que levante un pie del suelo y se aguante sobre el otro, los glúteos medio y menor se contraen tan pronto como el pie opuesto se eleva, lo que impide que la pelvis caiga hacia el lado sin apoyo (fig. C5-18A y B).

Cuando se pide a una persona con lesión del nervio glúteo superior que efectúe dicha maniobra, la pelvis desciende en el lado que carece de apoyo (fig. C5-18B), lo cual indica que los glúteos medio y menor del lado sin apoyo se hallan debilitados o afuncionales. Clínicamente este signo se denomina *prueba de Trendelenburg positiva.* Otras causas de este signo son la *fractura del trocánter mayor* (la inserción distal del glúteo medio) y la *luxación de la articulación de la cadera.*

Al caer la pelvis hacia el lado sin apoyo, el miembro inferior es demasiado largo y tropieza con el suelo al llevar el pie hacia delante en la fase de oscilación de la marcha. Para compensar, el individuo se inclina hacia el lado sano, lo que eleva la pelvis del lado afectado y deja sitio suficiente al pie en su desplazamiento hacia delante. Ello origina la característica «marcha anserina» o *marcha glútea.*

Otro mecanismo compensador consiste en elevar más el pie al llevarlo hacia delante, lo que da lugar a la *marcha equina,* o bien balancear el pie hacia fuera (lateralmente), o marcha en guadaña. Estos mismos tipos de marcha se adoptan para compensar la *caída del pie* por parálisis del nervio peroneo común. (V. estas marchas anormales ilustradas en la fig. C5-20 del cuadro azul «Lesión del nervio peroneo común y pie caído», p. 605.)

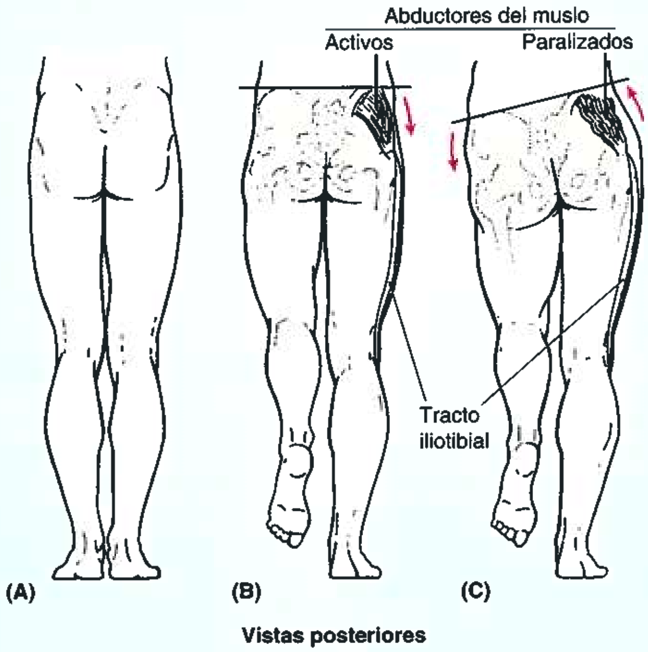


FIGURA C5-18.

Bloqueo anestésico del nervio ciático

La sensibilidad vehiculada por el nervio ciático puede bloquearse con la inyección de un agente anestésico unos pocos centímetros por debajo del punto medio de la línea que une la EIPS con el borde superior del trocánter mayor. Las parestesias se irradian al pie por la anestesia de los nervios plantares, que son ramos terminales del nervio tibial, derivado del nervio ciático.

Lesiones del nervio ciático

Puede haber dolor en la nalga debido a una compresión del nervio ciático por el músculo piriforme (*síndrome piriforme*). Los participantes en deportes que exigen un uso excesivo de los músculos glúteos (p. ej., patinadores sobre hielo, ciclistas y alpinistas), así como las mujeres, tienen más probabilidades de desarrollar este síndrome. En cerca del 50% de los casos, los antecedentes revelan traumatismos en las nalgas asociados con hipertrofia y *espasmo del piriforme.* Aproximadamente en el 12% de las personas en quienes el nervio peroneo común del nervio ciático atraviesa el piriforme (fig. 5-43B), este músculo puede comprimir el nervio.

La *sección completa del nervio ciático es rara.* En esta lesión, la pierna queda incapacitada al alterarse la extensión de la cadera, así como la flexión de la pierna. También se pierden todos los movimientos del tobillo y el pie.

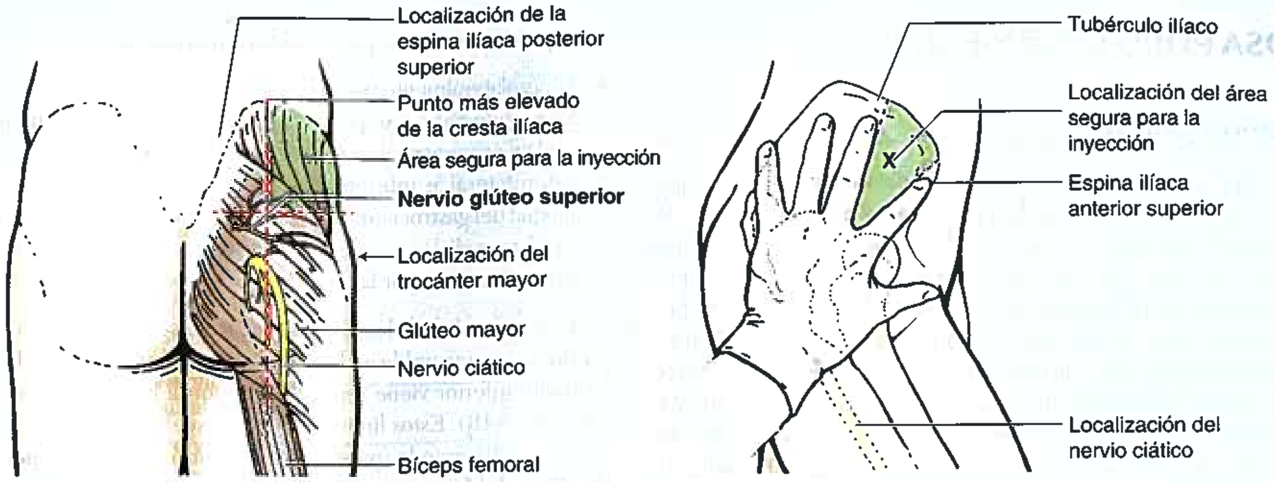
La *sección incompleta del nervio ciático* (p. ej., por heridas punzantes) puede afectar también los nervios glúteo inferior y/o cutáneo femoral posterior. La recuperación de las lesiones del nervio ciático suele ser lenta y habitualmente incompleta.

Por lo que respecta al nervio ciático, la nalga presenta un *lado seguro* (lateral) y un *lado peligroso* (medial). Las heridas o intervenciones en el lado medial de la nalga pueden lesionar el nervio ciático y sus ramos para los músculos isquiotibiales (semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral) en la cara posterior del muslo. La parálisis de estos músculos altera la extensión del muslo y la flexión de la pierna.

Inyecciones intraglúteas

La región glútea es una zona común para la inyección intramuscular de fármacos. Las **inyecciones intramusculares glúteas** atraviesan la piel, la fascia y los músculos. La elección de esta zona para las inyecciones se debe a que los músculos son gruesos y voluminosos, por lo cual proporcionan un volumen suficiente para que las sustancias inyectadas se absorban en las venas intramusculares. Es importante conocer la extensión de la región glútea y la zona segura para las inyecciones. Algunos limitan el área a la parte más prominente de la nalga. Este conocimiento erróneo puede ser peligroso porque el nervio ciático se halla situado en la profundidad de dicha zona (fig. C5-19A).

Las inyecciones en la nalga sólo son seguras en el cuadrante superolateral, o por encima de una línea trazada desde la EIPS al borde superior del trocánter mayor (aproximadamente el borde superior del glúteo mayor).


Localización de la espina ilíaca posterior superior
Punto más elevado de la cresta ilíaca
Área segura para la inyección
Nervio glúteo superior
Localización del trocánter mayor
Glúteo mayor
Nervio ciático
Bíceps femoral
Tubérculo ilíaco
Localización del área segura para la inyección
X
Espina ilíaca anterior superior
Localización del nervio ciático

(A) Vista posterior **(B) Vista lateral**

FIGURA C5-19.

Las inyecciones intramusculares también pueden realizarse de modo inocuo en la porción anterolateral del muslo, donde la aguja atraviesa el tensor de la fascia lata (v. fig. 5-47A) al extenderse distalmente desde la cresta ilíaca y la EIAS. Si se coloca el dedo índice sobre la EIAS y se separan los dedos hacia atrás a lo largo de la cresta ilíaca hasta palpar el tubérculo de la cresta con el dedo medio (fig. C5-19B), la inyección es segura en el área triangular entre los dedos (inmediatamente por delante de la articulación proximal del dedo medio), ya que esta zona se halla situada superior al nervio ciático. Las complicaciones de una técnica inadecuada consisten en lesiones del nervio, hematomas y formación de abscesos.

Puntos fundamentales

REGIONES GLÚTEA Y POSTERIOR DEL MUSLO

Región glútea. El fémur está incurvado en el ángulo de inclinación, lo que crea una palanca relativamente transversa formada por el fémur proximal. ♦ Ello permite la colocación superior de los abductores del muslo y aporta ventajas mecánicas a los rotadores mediales y laterales más profundos del muslo, de importancia crítica para la locomoción bípeda. ♦ A pesar de su designación, los abductores/rotadores mediales (los músculos glúteos superficiales) son más activos durante la fase de apoyo, cuando elevan y avanzan simultáneamente el lado opuesto de la pelvis carente de apoyo durante la deambulación. ♦ Los rotadores laterales (músculos glúteos profundos) del lado sin apoyo rotan el miembro libre durante la fase de oscilación, de modo que el pie permanece paralelo a la línea de avance.

Región femoral posterior. Aunque sólo poseen aproximadamente dos tercios de la potencia del glúteo mayor, los músculos isquiotibiales son los principales extensores de la cadera que se utilizan durante la deambulación normal. ♦ Los músculos isquiotibiales actúan sobre dos articulaciones y su contracción concéntrica produce extensión de la cadera o flexión de la rodilla. ♦ Sin embargo, al andar, los músculos isquiotibiales son más activos al contraerse excéntricamente para desacelerar la flexión de la cadera y la extensión de la rodilla en la fase final de la oscilación. ♦ Los músculos isquiotibiales también rotan la rodilla flexionada. ♦ Si aumenta la resistencia a la extensión de la cadera o se requiere una extensión más enérgica, entra en acción el glúteo mayor.

Estructuras vasculonerviosas de las regiones glútea y posterior del muslo. Al cubrir la principal vía (agujero ciático mayor) por la que salen de la pelvis ósea los derivados del plexo sacro, la región glútea contiene un número desproporcionado de nervios de todos los tamaños, tanto motores como sensitivos. ♦ Afortuadamente, la mayoría de estos nervios se halla en el cuadrante inferomedial; por lo tanto, las inyecciones intramusculares administradas apropiadamente evitan estas estructuras. ♦ Como el nervio ciático incluye fibras de los nervios espinales L4-S3, resulta afectado en los síndromes más comunes de compresión nerviosa (p. ej., radiculopatías de los nervios espinales L4 y L5; v. cap. 4). ♦ Aunque ocurren fuera del miembro inferior propiamente dicho, estos síndromes dan lugar a ciática (dolor que irradia hacia abajo a lo largo del miembro inferior, siguiendo el curso del nervio ciático y sus ramos terminales). ♦ ¡El dolor experimentado en el miembro inferior no necesariamente se origina en él! ♦ Las arterias y venas de la región glútea y la parte proximal del compartimiento posterior del muslo son ramas y tributarias de la arteria y la vena ilíacas internas que entran en la región a través del agujero ciático mayor. ♦ Todos los vasos, excepto los glúteos superiores, salen del agujero ciático mayor inferiormente al músculo piriforme. ♦ Aunque los vasos pudendos siguen la misma vía, sólo atraviesan brevemente la región glútea en su camino hacia y desde el periné a través del agujero ciático menor. ♦ El compartimiento posterior del muslo no posee una arteria principal que lo cruce y esté encargada de su irrigación, sino que ésta corre a cargo de ramas de varias arterias de otros compartimientos.

FOSA POPLÍTEA Y PIERNA

Región poplítea

La **fosa poplítea** es un compartimiento del miembro inferior que en su mayor parte está lleno de tejido adiposo. Superficialmente, la fosa poplítea se observa como una depresión en forma de rombo situada en la cara posterior de la articulación de la rodilla, cuando ésta se encuentra flexionada (fig. 5-49). Sin embargo, el espacio que se observa entre los músculos isquiotibiales y gastrocnemio no se corresponde con precisión con el tamaño y la extensión reales de la fosa: en profundidad es mucho mayor de lo que sugiere la depresión superficial, ya que las cabezas del gastrocnemio que constituyen su límite inferior superficialmente forman un techo que cubre la mitad inferior de la parte profunda. Cuando la rodilla está extendida, el tejido adiposo que rellena la fosa protruye a través de la separación entre los músculos y genera una elevación redondeada a la que flanquean unos surcos longitudinales poco profundos situados por encima de los tendones de los isquiotibiales. Cuando en las disecciones se separan y retraen las cabezas del gastrocnemio (fig. 5-50) queda al descubierto un espacio mucho mayor.

Superficialmente, la fosa poplítea está limitada:

- Superolateralmente por el bíceps femoral (borde superolateral).
- Superomedialmente por el semimembranoso, lateralmente al cual se encuentra el semitendinoso (borde superomedial).
- Inferolateral e inferomedialmente por las cabezas lateral y medial del gastrocnemio, respectivamente (bordes inferolateral e inferomedial).
- Posteriormente por la piel y la *fascia poplítea* (techo).

En profundidad, los límites superiores están formados por las líneas supracondíleas divergentes medial y lateral del fémur. El límite inferior viene representado por la línea del sóleo de la tibia (fig. 5-4B). Estos límites rodean un suelo en forma de rombo relativamente grande (pared anterior), formado por la **superficie poplítea del fémur** superiormente, la cara posterior de la cápsula articular de la articulación de la rodilla centralmente, y la **fascia que rodea al músculo poplíteo** inferiormente (fig. 5-51).

El *contenido de la fosa poplítea* (figs. 5-49B, 5-50 y 5-51) comprende:

- La terminación de la vena safena menor.
- La arteria y la vena poplíteas y sus ramas y tributarias.

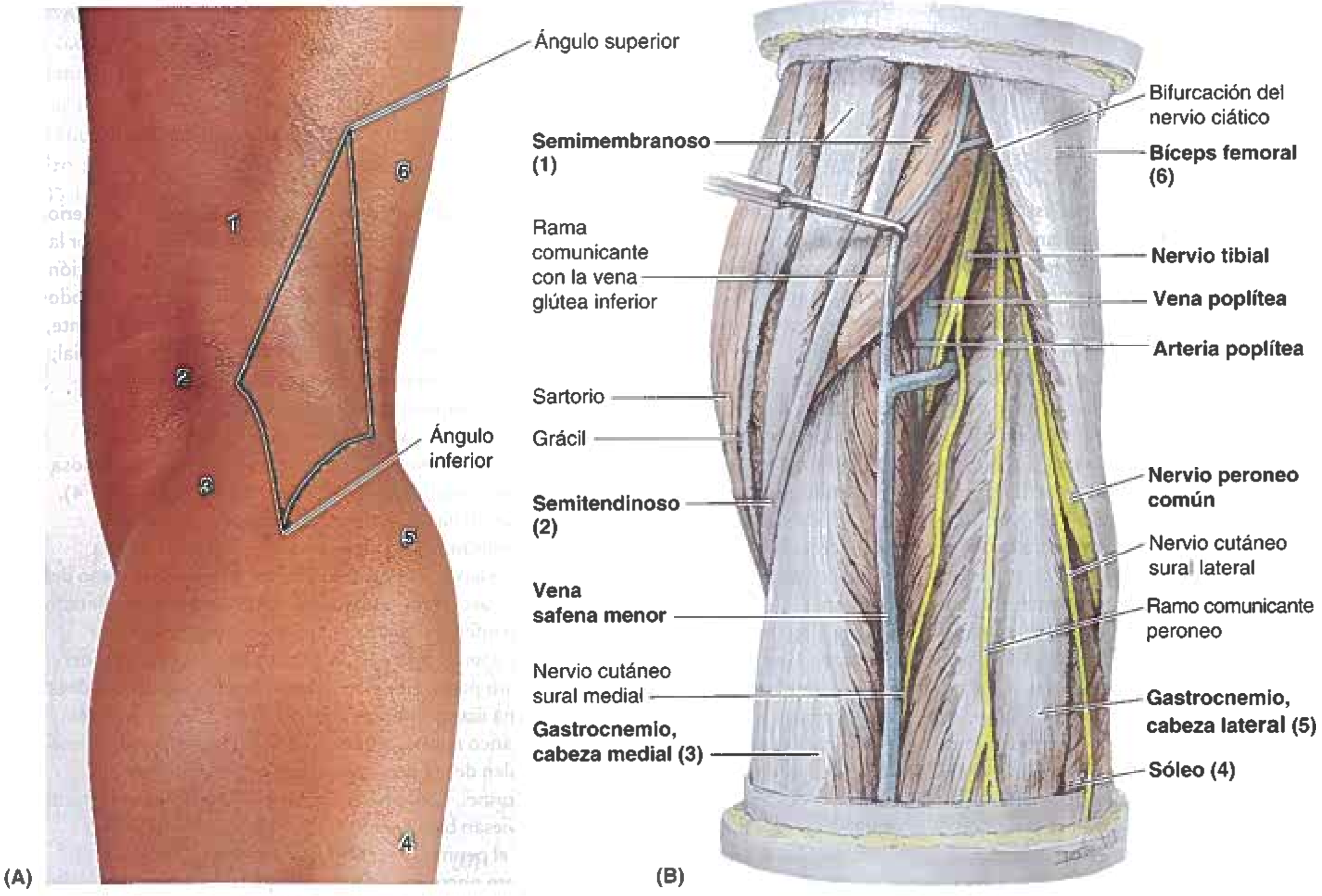
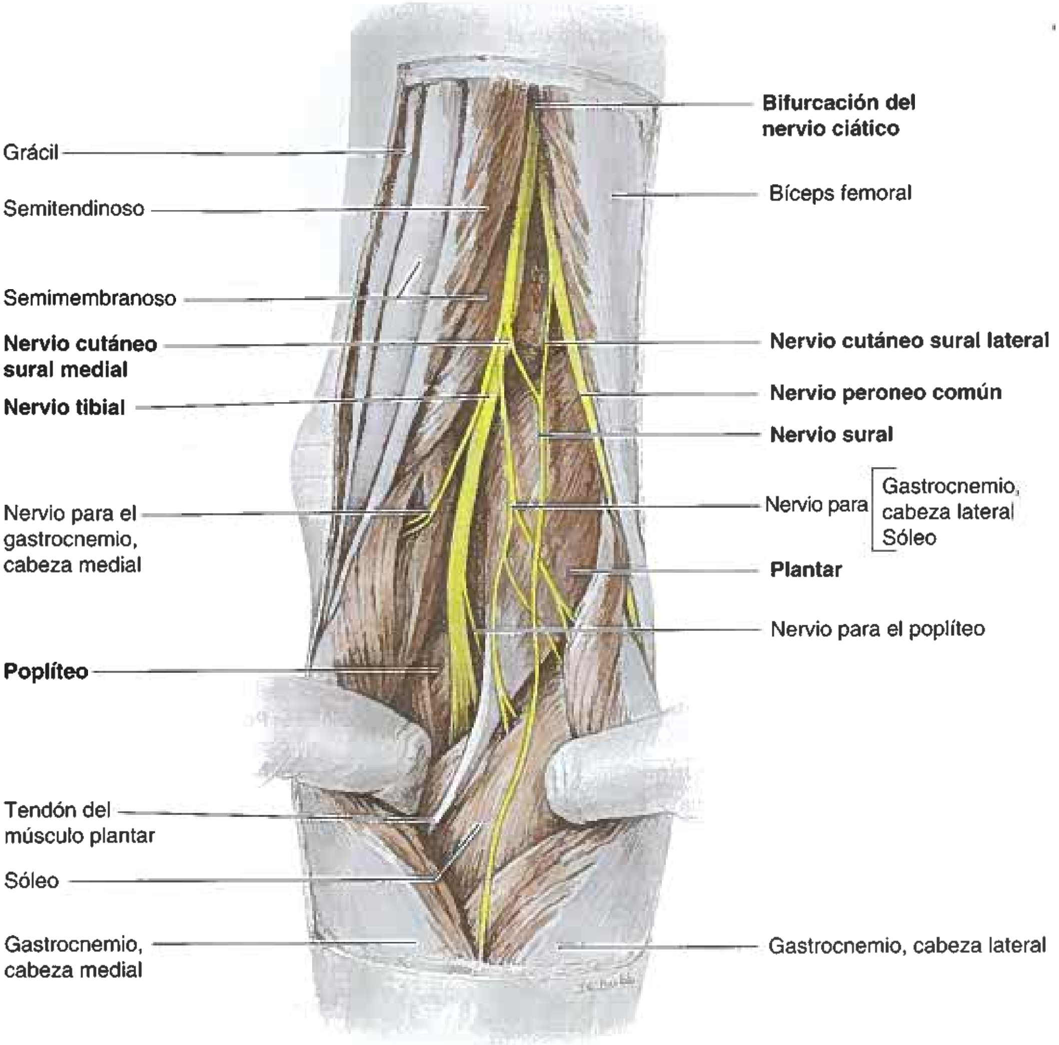

Ángulo superior
6
1
2
3
5
4
Ángulo inferior
(A)
Semimembranoso (1)
Rama comunicante con la vena glútea inferior
Sartorio
Grácil
Semitendinoso (2)
Vena safena menor
Nervio cutáneo sural medial
Gastrocnemio, cabeza medial (3)
Bifurcación del nervio ciático
Bíceps femoral (6)
Nervio tibial
Vena poplítea
Arteria poplítea
Nervio peroneo común
Nervio cutáneo sural lateral
Ramo comunicante peroneo
Gastrocnemio, cabeza lateral (5)
Sóleo (4)
(B)

FIGURA 5-49. Región poplítea superficial. A. Los *números* en la anatomía de superficie se corresponden con las estructuras identificadas en **B.** Espacio en forma de rombo en el techo de la fosa poplítea, formado por los músculos que la cubren. **B.** Disección superficial de la región poplítea que muestra los músculos que cubren la mayor parte de la fosa poplítea.


Grácil
Semitendinoso
Semimembranoso
Nervio cutáneo sural medial
Nervio tibial
Nervio para el gastrocnemio, cabeza medial
Poplíteo
Tendón del músculo plantar
Sóleo
Gastrocnemio, cabeza medial
Bifurcación del nervio ciático
Bíceps femoral
Nervio cutáneo sural lateral
Nervio peroneo común
Nervio sural
Nervio para
Gastrocnemio, cabeza lateral
Sóleo
Plantar
Nervio para el poplíteo
Gastrocnemio, cabeza lateral

Vista posterior

FIGURA 5-50. Exposición de la fosa poplítea y de los nervios que contiene. Se han separado y apartado las dos cabezas del músculo gastrocnemio. El nervio ciático se separa en sus componentes en el vértice de la fosa poplítea (o más arriba; fig. 5-43B). El nervio peroneo común discurre a lo largo del borde medial del bíceps femoral. Todos los ramos motores que surgen del nervio tibial, salvo uno, se originan en la parte lateral; en cirugía, la disección es más segura cuando se realiza en el lado medial. El nivel en el cual se fusionan los nervios surales medial y lateral para formar el nervio sural (en este caso, en un punto elevado) es bastante variable; es posible, incluso, que se produzca a nivel del tobillo.

- Los nervios tibial y peroneo común.
- El nervio cutáneo femoral posterior (fig. 5-42B).
- Los nódulos y vasos linfáticos poplíteos (fig. 5-15B).

FASCIA DE LA FOSA POPLÍTEA

El *tejido subcutáneo* (fascia superficial) que recubre la fosa poplítea (figs. 5-13B y 5-14B) contiene la vena safena menor (excepto si ésta ha perforado la fascia profunda de la pierna a un nivel más inferior) y tres nervios cutáneos: el/los ramo/s terminal/es del *nervio cutáneo femoral posterior* y los *nervios cutáneos surales medial y lateral*.

La **fascia poplítea** es una resistente lámina de la fascia profunda que se continúa con la *fascia lata* superiormente y con la *fascia profunda de la pierna* inferiormente. La fascia poplítea forma una cubierta protectora para las estructuras vasculonerviosas que pasan desde el muslo hasta la pierna a través de la fosa poplítea, y un «retináculo» retentivo relativamente laxo pero funcional (banda retentiva) para los tendones de los isquiotibiales. Con frecuencia la vena safena menor perfora la fascia.

Cuando se extiende la pierna, el tejido adiposo del interior de la fosa queda relativamente comprimido porque la fascia poplítea se tensa, y el músculo semimembranoso se desplaza lateralmente y así ofrece protección adicional para el contenido de la fosa.

El contenido de la fosa, cuyas estructuras más importantes son la arteria y los nódulos linfáticos poplíteos, es más fácil de palpar con la rodilla semiflexionada. La fosa poplítea es un espacio relativamente confinado debido a su techo fascial profundo y a su suelo

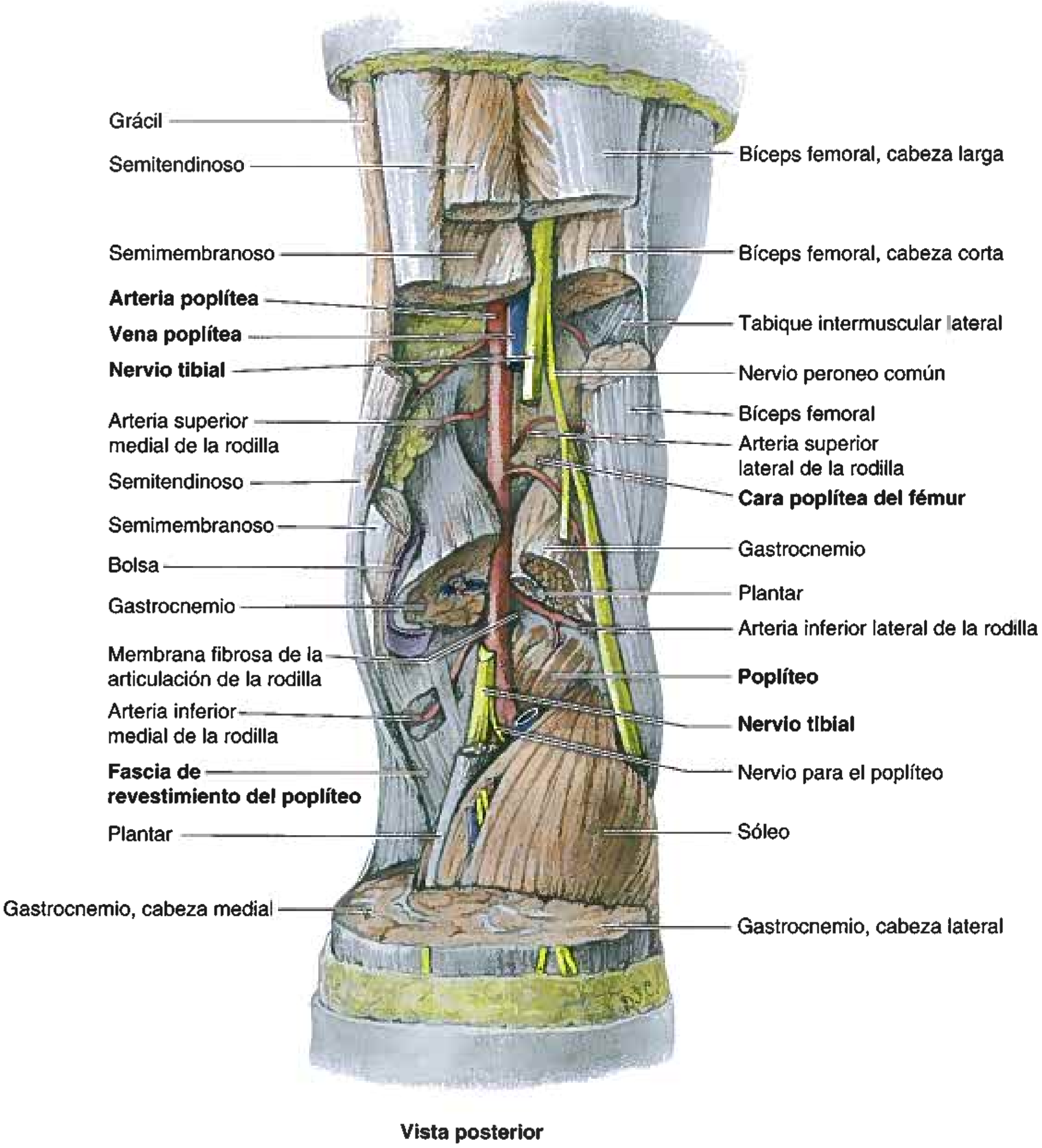

Grácil
Semitendinoso
Semimembranoso
Arteria poplítea
Vena poplítea
Nervio tibial
Arteria superior medial de la rodilla
Semitendinoso
Semimembranoso
Bolsa
Gastrocnemio
Membrana fibrosa de la articulación de la rodilla
Arteria inferior medial de la rodilla
Fascia de revestimiento del poplíteo
Plantar
Gastrocnemio, cabeza medial
Bíceps femoral, cabeza larga
Bíceps femoral, cabeza corta
Tabique intermuscular lateral
Nervio peroneo común
Bíceps femoral
Arteria superior lateral de la rodilla
Cara poplítea del fémur
Gastrocnemio
Plantar
Arteria inferior lateral de la rodilla
Poplíteo
Nervio tibial
Nervio para el poplíteo
Sóleo
Gastrocnemio, cabeza lateral
Vista posterior

FIGURA 5-51. Disección profunda de la fosa poplítea. La arteria poplítea discurre sobre el suelo de la fosa, formado por la cara poplítea del fémur, la cápsula articular de la rodilla y la fascia poplítea.

osteofibroso. En muchos trastornos la fosa se hincha y la extensión de la rodilla se vuelve dolorosa. (V. los cuadros azules «Abscesos y tumores poplíteos» y «Hemorragias y aneurismas poplíteos», p. 604, y «Quistes poplíteos», p. 665.)

ESTRUCTURAS VASCULONERVIOSAS Y RELACIONES DE LA FOSA POPLÍTEA

Todas las estructuras vasculonerviosas importantes que discurren desde el muslo hasta la pierna atraviesan la fosa poplítea. Si se progresa en profundidad (de posterior a anterior) en la fosa, tal y como se hace en las disecciones, primero se encuentran los nervios y luego las venas. Las arterias se encuentran a mayor profundidad, directamente sobre la superficie del fémur, la cápsula articular y la *fascia que rodea al músculo poplíteo*, que forman el suelo de la fosa (fig. 5-52).

Nervios de la fosa poplítea. Por regla general, el *nervio ciático* termina en el ángulo superior de la fosa poplítea cuando se divide en los nervios tibial y peroneo común (figs. 5-49B, 5-50 y 5-51).

El **nervio tibial**, situado medialmente, es el ramo terminal de mayor tamaño del nervio ciático, y procede de las divisiones anteriores (preaxiales) de los ramos anteriores de los nervios espinales L4-S3. *El nervio tibial es el más superficial de los tres componentes centrales principales de la fosa poplítea* (nervio, vena y arteria); no obstante, aún se encuentra en una situación profunda y protegida.

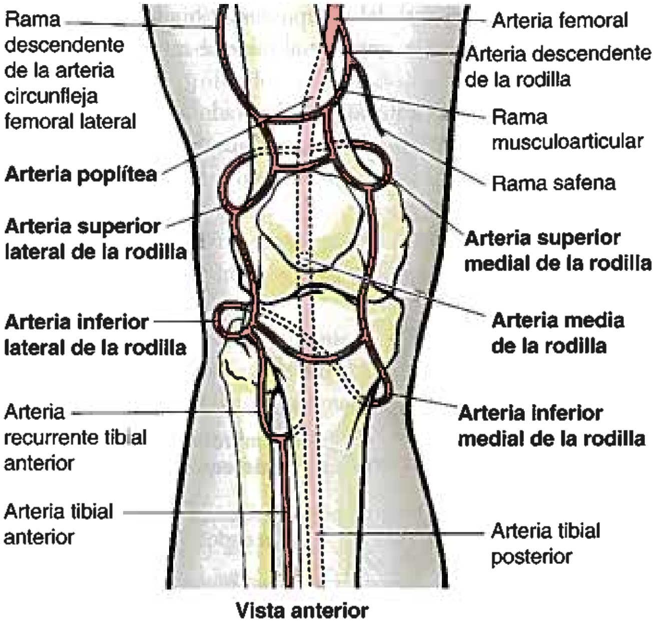

Rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral
Arteria poplítea
Arteria superior lateral de la rodilla
Arteria inferior lateral de la rodilla
Arteria recurrente tibial anterior
Arteria tibial anterior
Arteria femoral
Arteria descendente de la rodilla
Rama musculoarticular
Rama safena
Arteria superior medial de la rodilla
Arteria media de la rodilla
Arteria inferior medial de la rodilla
Arteria tibial posterior
Vista anterior

FIGURA 5-52. Anastomosis de la rodilla. Las numerosas arterias que constituyen la red articular de la rodilla proporcionan una circulación colateral importante para evitar la arteria poplítea cuando la articulación de la rodilla se ha mantenido demasiado tiempo en una posición de flexión completa, o cuando existe estrechamiento u oclusión vascular.

El nervio tibial divide la fosa en dos mitades cuando discurre entre sus ángulos superior e inferior.

Aún en la fosa, el nervio tibial aporta ramos para los músculos sóleo, gastrocnemio, plantar y poplíteo, y también da origen al **nervio cutáneo sural medial;** este último se fusiona a una altura muy variable con el **ramo comunicante peroneo del nervio peroneo común** para formar el *nervio sural,* que inerva la cara lateral de la pierna y el tobillo.

El **nervio peroneo común,** situado lateralmente, es el ramo terminal más pequeño del nervio ciático y procede de las divisiones posteriores (postaxiales) de los ramos anteriores de los nervios espinales L4-S2. El nervio peroneo común tiene su origen en el ángulo superior de la fosa poplítea y discurre junto al borde medial del bíceps femoral y su tendón, a lo largo del límite superolateral de la fosa. El nervio abandona la fosa pasando superficial a la cabeza lateral del gastrocnemio y luego discurre sobre la cara posterior de la cabeza del peroné. *El nervio peroneo común se enrolla alrededor del cuello del peroné* y se divide en sus ramos terminales.

Los ramos más inferiores del *nervio cutáneo femoral posterior* inervan la piel que recubre la fosa poplítea (fig. 5-42B). El nervio atraviesa gran parte de la longitud del compartimiento posterior del muslo en profundidad a la fascia lata; sólo sus ramos terminales entran en el tejido subcutáneo como nervios cutáneos.

Vasos sanguíneos de la fosa poplítea. La **arteria poplítea,** que es continuación de la arteria femoral (figs. 5-51 y 5-52), se inicia cuando esta última pasa a través del hiato del aductor. La arteria poplítea discurre inferolateralmente a través de la fosa y termina en el borde inferior del poplíteo cuando se divide en las arterias tibiales anterior y posterior. La arteria poplítea, que es la estructura más profunda (más anterior) de la fosa poplítea, circula en estrecha proximidad a la cápsula articular de la articulación de la rodilla cuando ésta se extiende por la fosa intercondílea.

Cinco ramas para la rodilla procedentes de la arteria poplítea **(arterias superior lateral, superior medial, media, inferior lateral,** e **inferior medial de la rodilla)** irrigan la cápsula y los ligamentos de la articulación de la rodilla (fig. 5-52). Estas cinco arterias participan en la formación de la **red articular de la rodilla,** que rodea la rodilla y establece una circulación colateral capaz de mantener el aporte sanguíneo hacia la pierna durante la flexión completa de la rodilla, posición en la cual puede doblarse la arteria poplítea. Otros elementos que participan en esta importante red articular de la rodilla son:

- La **arteria descendente de la rodilla,** rama de la arteria femoral, superomedialmente.
- La **rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral,** superolateralmente.
- La **arteria recurrente tibial anterior,** rama de la arteria tibial anterior, inferolateralmente.

Ramas musculares de la arteria poplítea irrigan los músculos isquiotibiales, gastrocnemio, sóleo y plantar. Las ramas musculares superiores de la arteria poplítea establecen anastomosis clínicamente importantes con la parte terminal de las arterias femoral profunda y glúteas.

La vena poplítea tiene su inicio en el borde distal del músculo poplíteo, como continuación de la *vena tibial posterior* (fig. 5-51). Esta vena discurre en todo su recorrido junto a la cara superficial de la arteria poplítea y rodeada por la misma vaina fibrosa. Al principio, la vena poplítea es posteromedial a la arteria y lateral al nervio tibial. Más superiormente, se sitúa posterior a la arteria, entre ésta y el nervio tibial, que pasa por encima. Superiormente, la vena poplítea, que está dotada de diversas válvulas, se convierte en la *vena femoral* al atravesar el hiato del aductor. La *vena safena menor* pasa desde la cara posterior del maléolo lateral hasta la fosa poplítea, donde perfora la fascia poplítea profunda y desemboca en la vena poplítea.

Nódulos linfáticos de la fosa poplítea. Los **nódulos linfáticos poplíteos superficiales** se sitúan en el tejido subcutáneo y suelen ser de pequeño tamaño. Al final de la vena safena menor se encuentra un nódulo linfático que recibe linfa de los vasos linfáticos que acompañan a dicha vena (fig. 5-15B). Los **nódulos linfáticos poplíteos profundos** rodean los vasos y reciben linfa de la cápsula articular de la rodilla y de los vasos linfáticos que acompañan a las venas profundas de la pierna. Los vasos linfáticos procedentes de los nódulos linfáticos poplíteos acompañan a los vasos femorales hasta los *nódulos linfáticos inguinales profundos.*

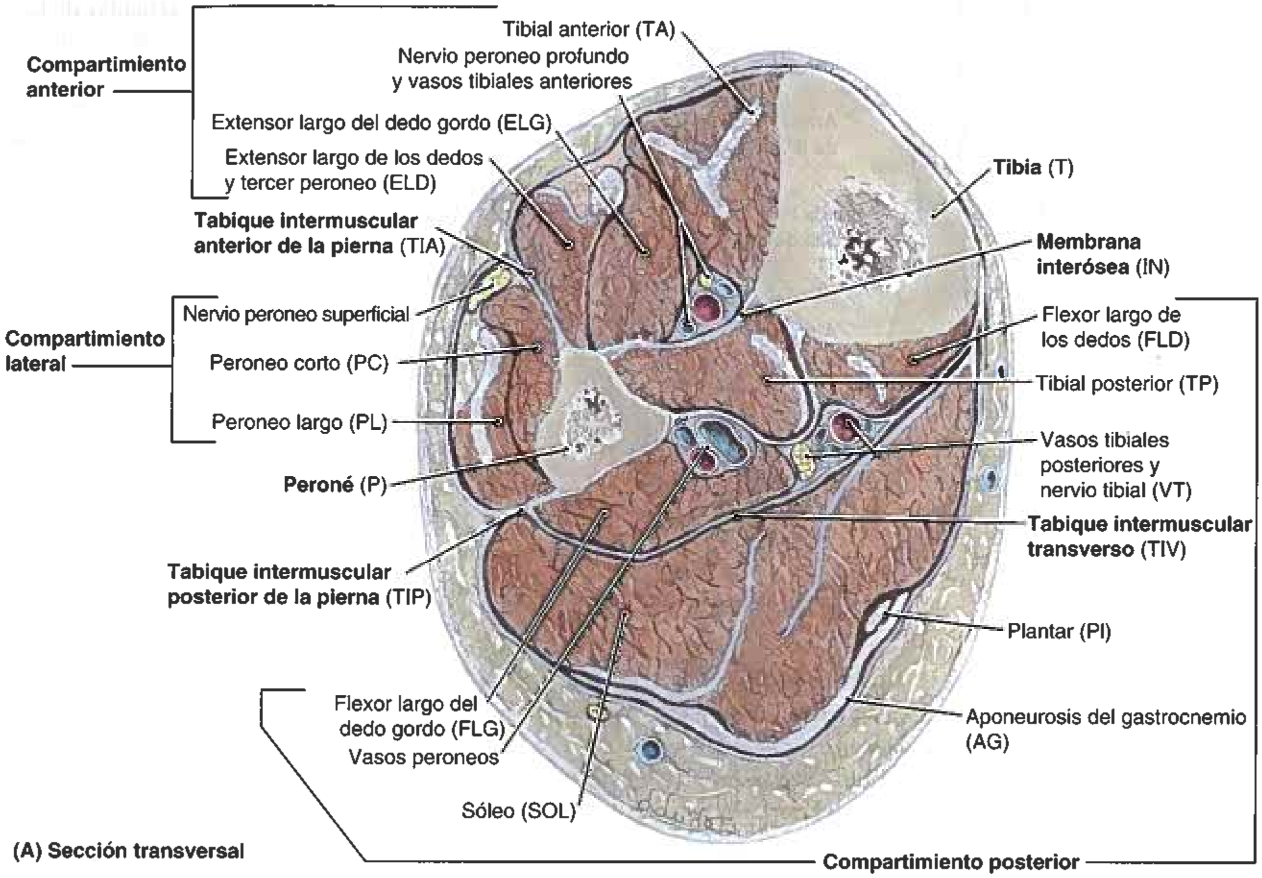
Compartimiento anterior de la pierna

ORGANIZACIÓN DE LA PIERNA

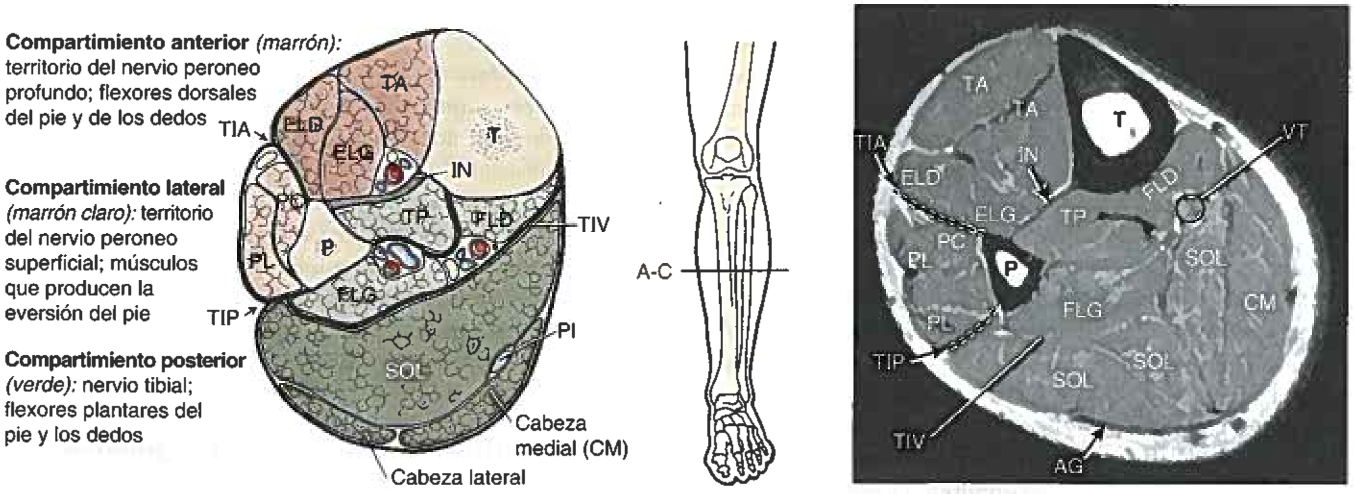
Los huesos de la pierna (*tibia y peroné*), que conectan la rodilla con el tobillo, y los tres compartimientos fasciales (*compartimientos anterior, lateral y posterior de la pierna*), limitados por los *tabiques intermusculares anterior* y *posterior,* la *membrana interósea* y los dos huesos de la pierna a los que se unen, se describieron al principio del capítulo y se ilustran en una sección transversal en la figura 5-53. Los músculos de cada compartimiento tienen funciones e inervaciones comunes.

El **compartimiento anterior de la pierna,** o *compartimiento extensor (dorsiflexor),* se localiza anterior a la *membrana interósea,* entre la cara lateral del cuerpo de la tibia y la cara medial del cuerpo del peroné, y anterior al tabique intermuscular que los conecta.

El compartimiento anterior está limitado anteriormente por la *fascia profunda de la pierna* y la piel. La fascia profunda que


Compartimiento anterior
Tibial anterior (TA)
Nervio peroneo profundo y vasos tibiales anteriores
Extensor largo del dedo gordo (ELG)
Extensor largo de los dedos y tercer peroneo (ELD)
Tabique intermuscular anterior de la pierna (TIA)
Compartimiento lateral
Nervio peroneo superficial
Peroneo corto (PC)
Peroneo largo (PL)
Peroné (P)
Tabique intermuscular posterior de la pierna (TIP)
Flexor largo del dedo gordo (FLG)
Vasos peroneos
Sóleo (SOL)
Tibia (T)
Membrana interósea (IN)
Flexor largo de los dedos (FLD)
Tibial posterior (TP)
Vasos tibiales posteriores y nervio tibial (VT)
Tabique intermuscular transverso (TIV)
Plantar (PI)
Aponeurosis del gastrocnemio (AG)
Compartimiento posterior

(A) Sección transversal


Compartimiento anterior (marrón): territorio del nervio peroneo profundo; flexores dorsales del pie y de los dedos
Compartimiento lateral (marrón claro): territorio del nervio peroneo superficial; músculos que producen la eversión del pie
Compartimiento posterior (verde): nervio tibial; flexores plantares del pie y los dedos
TIA
TA
ELD
ELG
T
IN
PC
P
TP
FLD
TIV
PL
FLG
TIP
SOL
PI
Cabeza medial (CM)
Cabeza lateral
A-C
TA
TA
T
TIA
IN
VT
ELD
FLD
ELG
TP
PC
PL
P
SOL
FLG
CM
PL
TIP
SOL
SOL
TIV
AG

(B) Sección transversal

(C) Sección transversal

FIGURA 5-53. Compartimientos de la pierna a nivel de la mitad de la pantorrilla en una sección transversal anatómica. A. El compartimiento anterior (flexor dorsal o extensor) contiene cuatro músculos (el tercer peroneo se encuentra por debajo del nivel de esta sección). El compartimiento lateral (peroneo) contiene dos músculos que producen eversión. El compartimiento posterior (flexor plantar o flexor), que contiene siete músculos, se subdivide por un tabique muscular transverso intracompartimental en un grupo superficial de tres (dos de los cuales suelen ser tendinosos/aponeuróticos en este nivel) y un grupo profundo de cuatro. El poplíteo (parte del grupo profundo) se encuentra superior al nivel de esta sección. **B.** Esquema de los compartimientos de la pierna. **C.** RM de la pierna. Las abreviaturas se definen en las leyendas de **A** y **B.**

recubre el compartimiento anterior es densa en su porción superior, proporcionando parte de la inserción proximal al músculo inmediatamente profundo a ella. Rodeado como está por firmes estructuras en tres de sus lados (los dos huesos y la membrana interósea) y por una densa fascia en el lado restante, el relativamente pequeño compartimiento anterior se encuentra especialmente confinado y, en consecuencia, es muy propenso a la afectación por *síndromes compartimentales* (v. el cuadro azul «Contención y diseminación de las infecciones compartimentales en la pierna», p. 605).

Inferiormente, dos engrosamientos de la fascia profunda forman **retináculos** que fijan los tendones de los músculos del compartimiento anterior antes y después de que crucen la articulación talocrural, y así evitan su deformación anterior en forma de cuerda de arco cuando se flexiona dorsalmente la articulación (fig. 5-54):

1. El **retináculo superior de los músculos extensores** es una banda resistente y ancha de la fascia profunda que se extiende desde el peroné hasta la tibia, proximalmente a los maléolos.
2. El **retináculo inferior de los músculos extensores** es una banda en forma de Y de la fascia profunda que se inserta lateralmente en la cara anterosuperior del calcáneo. Forma una resistente asa alrededor de los tendones del tercer peroneo y el extensor largo de los dedos.

MÚSCULOS DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA PIERNA

Los cuatro músculos del compartimiento anterior de la pierna son el *tibial anterior*, el *extensor largo de los dedos*, el *extensor largo del dedo gordo* y el *tercer peroneo* (figs. 5-53A y B, y 5-55; tabla 5-10). Estos músculos cruzan y se insertan anteriormente al eje de la articulación talocrural o del tobillo, que está orientado transversalmente, por lo que son **flexores dorsales de la articulación talocrural** (elevan el antepié y deprimen el talón). Los extensores largos también se dirigen más allá para insertarse en la cara dorsal de los dedos, de modo que también actúan como extensores (elevadores) de éstos.

Aunque se trata de un movimiento relativamente débil y corto —sólo alrededor de una cuarta parte de la potencia de la flexión plantar (Soderberg, 1986) con una amplitud de unos 20° desde la posición neutra— la flexión dorsal se utiliza activamente en la fase de oscilación de la marcha, ya que la contracción concéntrica mantiene el antepié elevado para esquivar el suelo cuando el miembro libre se dirige hacia delante (v. fig. 5-20F y G, y tabla 5-2). Inmediatamente después, en la fase de apoyo, la contracción excéntrica del tibial anterior controla el descenso del antepié hacia el suelo tras el contacto con el talón (v. fig. 5-20A, y tabla 5-2). Esto último es importante en el mantenimiento de una marcha suave y en la deceleración (frenado) cuando se corre y se camina en bajada. Cuando se está de pie, los flexores dorsales tiran reflejamente de la pierna (y en consecuencia del centro de gravedad) hacia delante en relación con el pie fijo si el cuerpo se inclina (el centro de gravedad se empieza a desplazar demasiado lejos) posteriormente. Cuando se baja por una cuesta, en especial si la superficie no es firme (arena, grava o nieve), la flexión dorsal se utiliza para «clavar» los talones.

Tibial anterior. El **tibial anterior,** un músculo delgado que descansa sobre la cara lateral de la tibia, es el flexor dorsal más medial y superficial (figs. 5-53 y 5-56). El largo tendón del tibial anterior se origina a mitad de camino en la pierna y desciende por la cara anterior de la tibia. A continuación pasa profundo a los retináculos superior e inferior de los músculos extensores (fig. 5-54), revestido por su propia vaina sinovial, hasta llegar a su inserción en el lado medial del pie. Al hacer eso, el tendón se localiza a la mayor distancia posible del eje de la articulación talocrural, y ello le da una ventaja mecánica máxima y lo convierte en el flexor dorsal más potente. Aunque son antagonistas en la articulación talocrural, tanto el tibial anterior como el tibial posterior (del compartimiento posterior) cruzan las articulaciones subastragalina y transversa del tarso para insertarse en el borde medial del pie y actuar sinérgicamente en la inversión de éste.

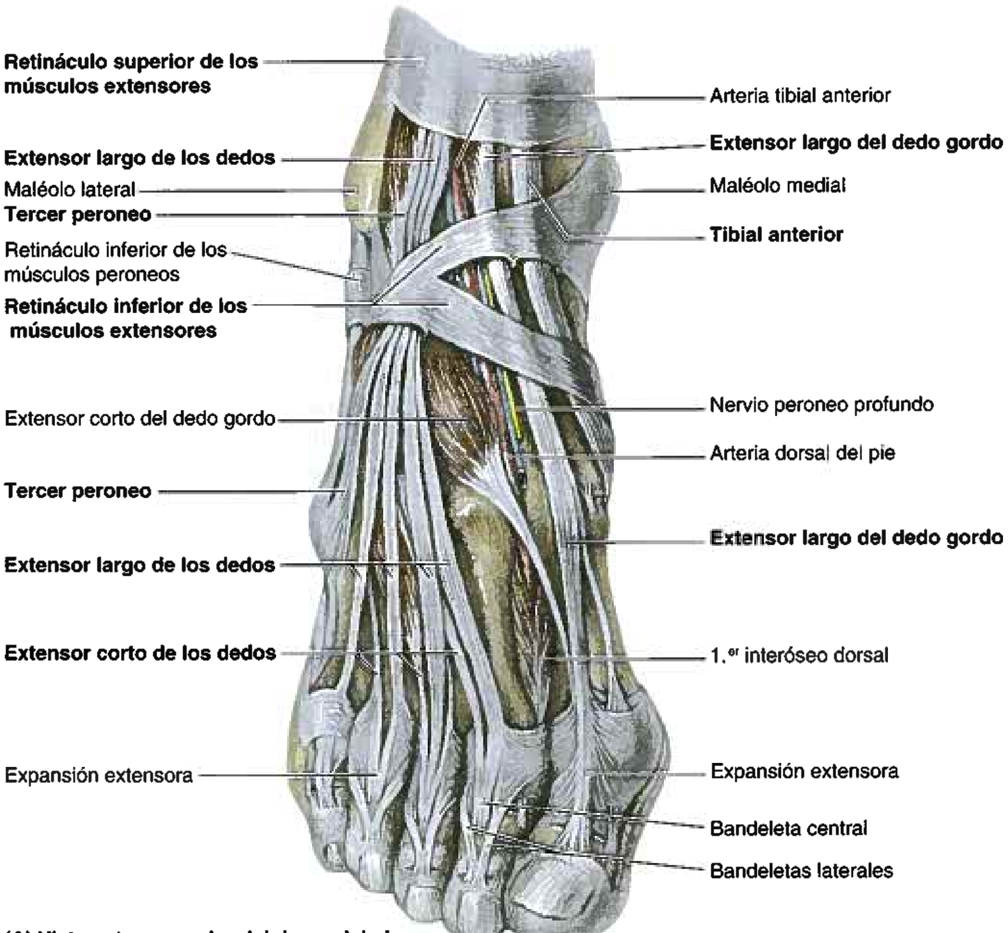
Para explorar el tibial anterior, el sujeto debe mantenerse de pie sobre los talones o flexionar dorsalmente el pie contra resistencia. Con esta maniobra se puede ver y palpar su tendón, siempre y cuando sea normal.

Extensor largo de los dedos. El **extensor largo de los dedos** es el más lateral de los músculos anteriores de la pierna (figs. 5-53 a 5-56). Una pequeña porción de su inserción proximal se establece con el cóndilo lateral de la tibia; no obstante, la mayor parte del músculo se inserta en la cara medial del peroné y la parte superior de la cara anterior de la membrana interósea (fig. 5-55A; tabla 5-10). El músculo se vuelve tendinoso superior al tobillo, donde se forman cuatro tendones que se insertan en las falanges de los cuatro dedos laterales del pie. Una vaina sinovial común rodea los cuatro tendones del extensor largo de los dedos (más el del tercer peroneo) cuando éstos se separan en el dorso del pie para dirigirse hacia sus inserciones distales (fig. 5-54B).

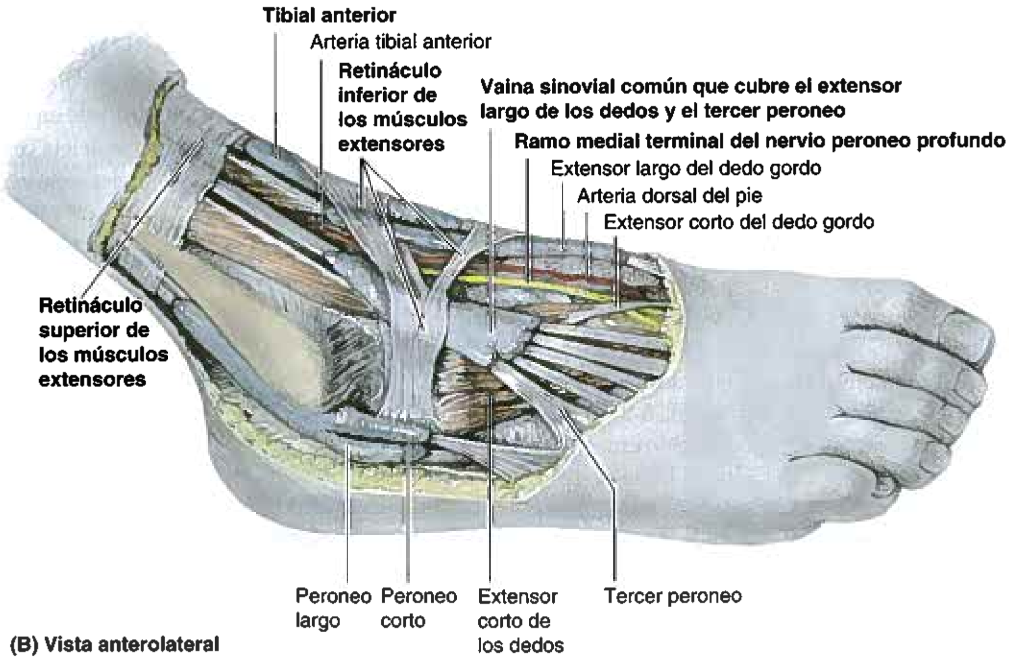
Cada tendón del extensor largo de los dedos forma una expansión *extensora membranosa* (aponeurosis dorsal) sobre el dorso de la falange proximal del dedo, que se divide en dos bandeletas laterales y una central (fig. 5-54A). La bandeleta central se inserta en la base de la falange media, y las laterales convergen para insertarse en la base de la falange distal.

Para explorar el extensor largo de los dedos, el sujeto debe flexionar dorsalmente los cuatro dedos laterales contra resistencia. Con esta maniobra se pueden ver y palpar sus tendones, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Tercer peroneo. El **tercer peroneo** es una parte separada del extensor largo de los dedos que comparte su misma vaina sinovial (figs. 5-54 y 5-56). Proximalmente, las inserciones y las partes carnosas del extensor largo de los dedos y del tercer peroneo son continuas, pero distalmente el tendón de este último discurre separadamente para insertarse en el 5.º metatarsiano, y no en una falange (fig. 5-55F; tabla 5-10). Aunque el tercer peroneo participa (débilmente) en la flexión dorsal, también actúa en las articulaciones subastragalina y transversa del tarso para ayudar en la eversión (pronación) del pie. Puede desempeñar una función propioceptiva especial: detecta una inversión súbita y se contrae reflejamente para proteger al ligamento tibioperoneo anterior (el ligamento que más distensiones sufre de todo el cuerpo). El tercer peroneo no siempre está presente.


Retináculo superior de los músculos extensores
Extensor largo de los dedos
Maléolo lateral
Tercer peroneo
Retináculo inferior de los músculos peroneos
Retináculo inferior de los músculos extensores
Extensor corto del dedo gordo
Tercer peroneo
Extensor largo de los dedos
Extensor corto de los dedos
Expansión extensora
Arteria tibial anterior
Extensor largo del dedo gordo
Maléolo medial
Tibial anterior
Nervio peroneo profundo
Arteria dorsal del pie
Extensor largo del dedo gordo
1.er interóseo dorsal
Expansión extensora
Bandeleta central
Bandeletas laterales

(A) Vista anterosuperior del dorso del pie


Tibial anterior
Arteria tibial anterior
Retináculo inferior de los músculos extensores
Vaina sinovial común que cubre el extensor largo de los dedos y el tercer peroneo
Ramo medial terminal del nervio peroneo profundo
Extensor largo del dedo gordo
Arteria dorsal del pie
Extensor corto del dedo gordo
Retináculo superior de los músculos extensores
Peroneo largo
Peroneo corto
Extensor corto de los dedos
Tercer peroneo

(B) Vista anterolateral

FIGURA 5-54. Disección del pie. Estas disecciones muestran la continuación en el pie de los músculos anteriores y laterales de la pierna. Se han retirado las partes más delgadas de la fascia profunda de la pierna, dejando las partes más gruesas que constituyen los retináculos de los músculos peroneos y extensores, que contienen los tendones cuando atraviesan el tobillo. **A.** Se han seccionado los vasos y los nervios. En el tobillo, los vasos y el nervio peroneo profundo se encuentran a la mitad de la distancia que hay entre los maléolos, y entre los tendones de los músculos flexores largos de los dedos. **B.** Al pasar bajo los retináculos del tobillo, los tendones están rodeados por vainas sinoviales.

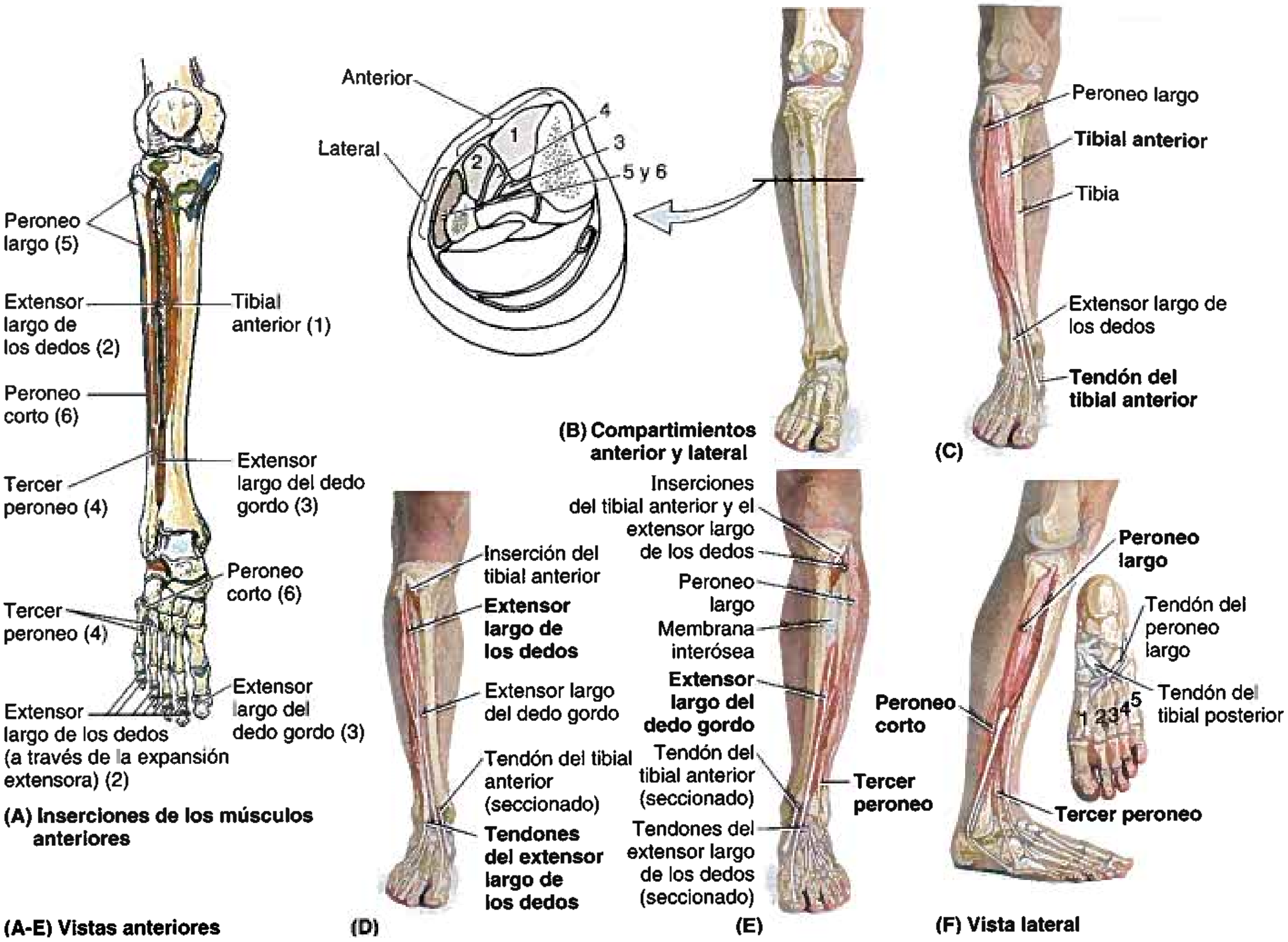

Peroneo largo (5)
Extensor largo de los dedos (2)
Tibial anterior (1)
Peroneo corto (6)
Tercer peroneo (4)
Extensor largo del dedo gordo (3)
Peroneo corto (6)
Tercer peroneo (4)
Extensor largo de los dedos (a través de la expansión extensora) (2)
Extensor largo del dedo gordo (3)
(A) Inserciones de los músculos anteriores
Anterior
Lateral
1
2
4
3
5 y 6
(B) Compartimientos anterior y lateral
Peroneo largo
Tibial anterior
Tibia
Extensor largo de los dedos
Tendón del tibial anterior
(C)
Inserción del tibial anterior
Extensor largo de los dedos
Extensor largo del dedo gordo
Tendón del tibial anterior (seccionado)
Tendones del extensor largo de los dedos
Inserciones del tibial anterior y el extensor largo de los dedos
Peroneo largo
Membrana interósea
Extensor largo del dedo gordo
Tendón del tibial anterior (seccionado)
Tendones del extensor largo de los dedos (seccionado)
Tercer peroneo
Peroneo corto
Peroneo largo
Tendón del peroneo largo
Tendón del tibial posterior
1 2 3 4 5
Tercer peroneo
(A-E) Vistas anteriores
(D)
(E)
(F) Vista lateral

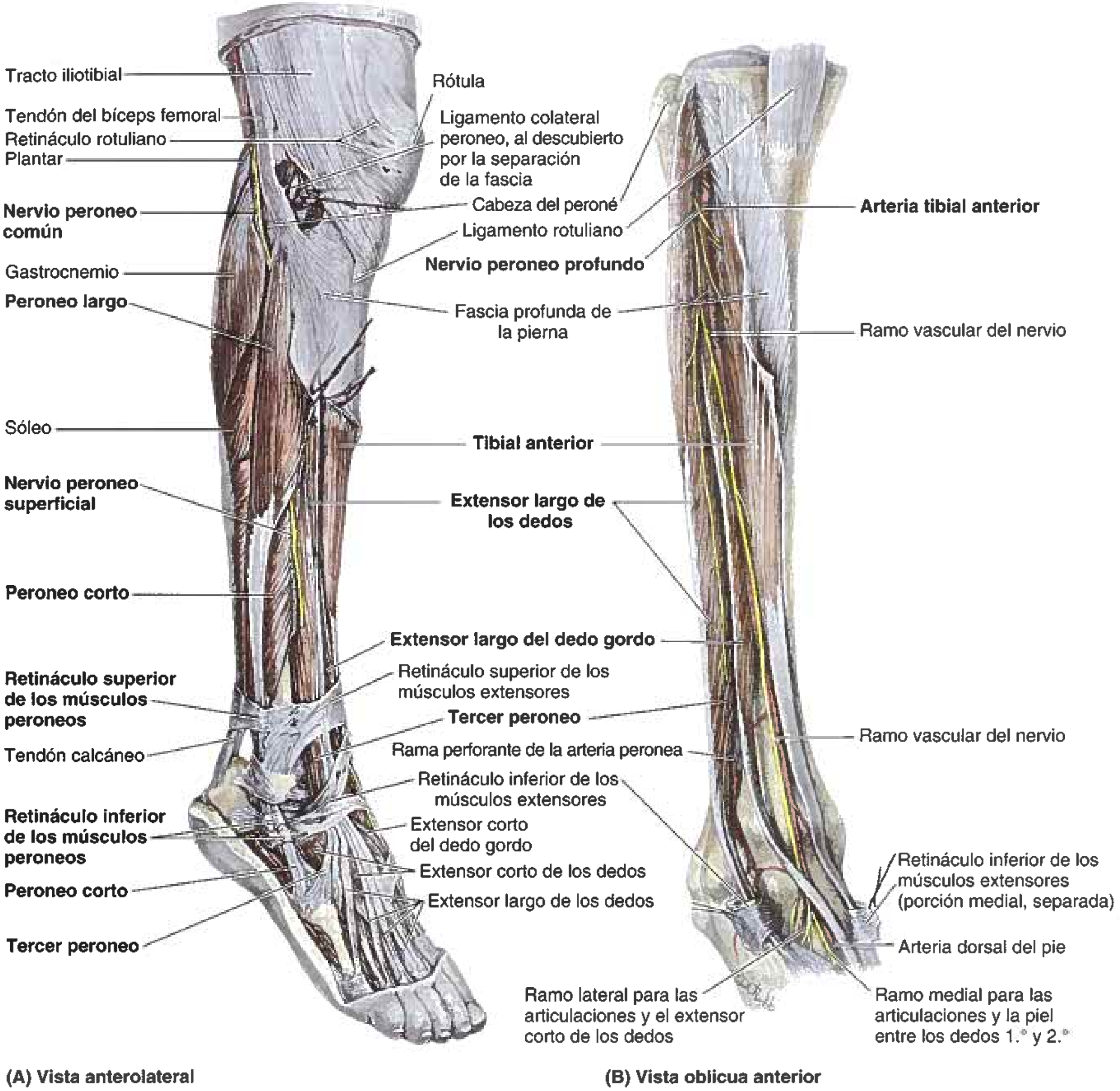
FIGURA 5-55. Músculos de los compartimientos anterior y lateral de la pierna.

TABLA 5-10. MÚSCULOS DE LOS COMPARTIMIENTOS ANTERIOR Y LATERAL DE LA PIERNA

Músculo[a]	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[b]	Acción principal
Compartimiento anterior				
Tibial anterior (1)	Cóndilo lateral y mitad superior de la cara lateral de la tibia y membrana interósea	Caras medial e inferior del cuneiforme medial y base del 1.er metatarsiano	Nervio peroneo profundo (**L4**, L5)	Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo; inversión del pie
Extensor largo de los dedos (2)	Cóndilo lateral de la tibia y tres cuartos superiores de la cara medial del peroné y membrana interósea	Falanges media y distal de los cuatro dedos laterales		Extensión de los cuatro dedos laterales y flexión dorsal del pie a nivel del tobillo
Extensor largo del dedo gordo (3)	Parte media de la cara anterior del peroné y membrana interósea	Cara dorsal de la base de la falange distal del dedo gordo		Extensión del dedo gordo; flexión dorsal del pie a nivel del tobillo
Tercer peroneo (4)	Tercio inferior de la cara anterior del peroné y membrana interósea	Dorso de la base del 5.º metatarsiano		Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo; ayuda en la eversión del pie
Compartimiento lateral				
Peroneo largo (5)	Cabeza y dos tercios superiores de la cara lateral del peroné	Base del 1.er metatarsiano y cuneiforme medial	Nervio peroneo superficial (**L5, S1**, S2)	Eversión del pie y débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo
Peroneo corto (6)	Dos tercios inferiores de la cara lateral del peroné	Cara dorsal de la tuberosidad de la base del 5.º metatarsiano		

[a] Los números se refieren a la figura 5-55A y B.

[b] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «L4, L5» indica que los nervios que inervan el tibial anterior derivan del cuarto y quinto segmentos lumbares de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**L4**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.


Tracto iliotibial
Tendón del bíceps femoral
Retináculo rotuliano
Plantar
Nervio peroneo común
Gastrocnemio
Peroneo largo
Sóleo
Nervio peroneo superficial
Peroneo corto
Retináculo superior de los músculos peroneos
Tendón calcáneo
Retináculo inferior de los músculos peroneos
Peroneo corto
Tercer peroneo
Rótula
Ligamento colateral peroneo, al descubierto por la separación de la fascia
Cabeza del peroné
Ligamento rotuliano
Nervio peroneo profundo
Fascia profunda de la pierna
Tibial anterior
Extensor largo de los dedos
Extensor largo del dedo gordo
Retináculo superior de los músculos extensores
Tercer peroneo
Rama perforante de la arteria peronea
Retináculo inferior de los músculos extensores
Extensor corto del dedo gordo
Extensor corto de los dedos
Extensor largo de los dedos
Arteria tibial anterior
Ramo vascular del nervio
Ramo vascular del nervio
Retináculo inferior de los músculos extensores (porción medial, separada)
Arteria dorsal del pie
Ramo lateral para las articulaciones y el extensor corto de los dedos
Ramo medial para las articulaciones y la piel entre los dedos 1.° y 2.°

(A) Vista anterolateral **(B) Vista oblicua anterior**

FIGURA 5-56. Disecciones de los compartimientos anterior y lateral de la pierna. A. Esta disección muestra los músculos de la región anterolateral de la pierna y el dorso del pie. El nervio peroneo común, con un trayecto subcutáneo a través de la cara lateral de la cabeza y el cuello del peroné, es el nervio periférico que se lesiona con mayor frecuencia. **B.** En esta disección más profunda del compartimiento anterior se han separado los músculos y el retináculo inferior de los músculos extensores, para mostrar las arterias y los nervios.

Extensor largo del dedo gordo. El **extensor largo del dedo gordo** es un músculo delgado que se sitúa en profundidad entre el tibial anterior y el extensor largo de los dedos, en su inserción superior en la mitad media del peroné y la membrana interósea (fig. 5-55E; tabla 5-10). El extensor largo del dedo gordo se hace superficial en el tercio distal de la pierna, y pasa profundo al retináculo de los músculos extensores (figs. 5-54 y 5-56). Se dirige distalmente a lo largo de la cresta del dorso del pie hasta alcanzar el dedo gordo.

Para explorar el extensor largo del dedo gordo, el sujeto debe flexionar dorsalmente el dedo gordo contra resistencia. Con esta maniobra se puede ver y palpar todo su tendón, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

NERVIOS DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA PIERNA

El **nervio peroneo profundo** es el nervio del compartimiento anterior (figs. 5-53A, 5-56B y 5-57; tabla 5-11). Es *uno de los dos ramos terminales del nervio peroneo común,* y se origina entre el músculo peroneo largo y el cuello del peroné. Después de entrar en el compartimiento anterior, el nervio peroneo profundo acompaña a la arteria tibial anterior, primero entre el tibial anterior y

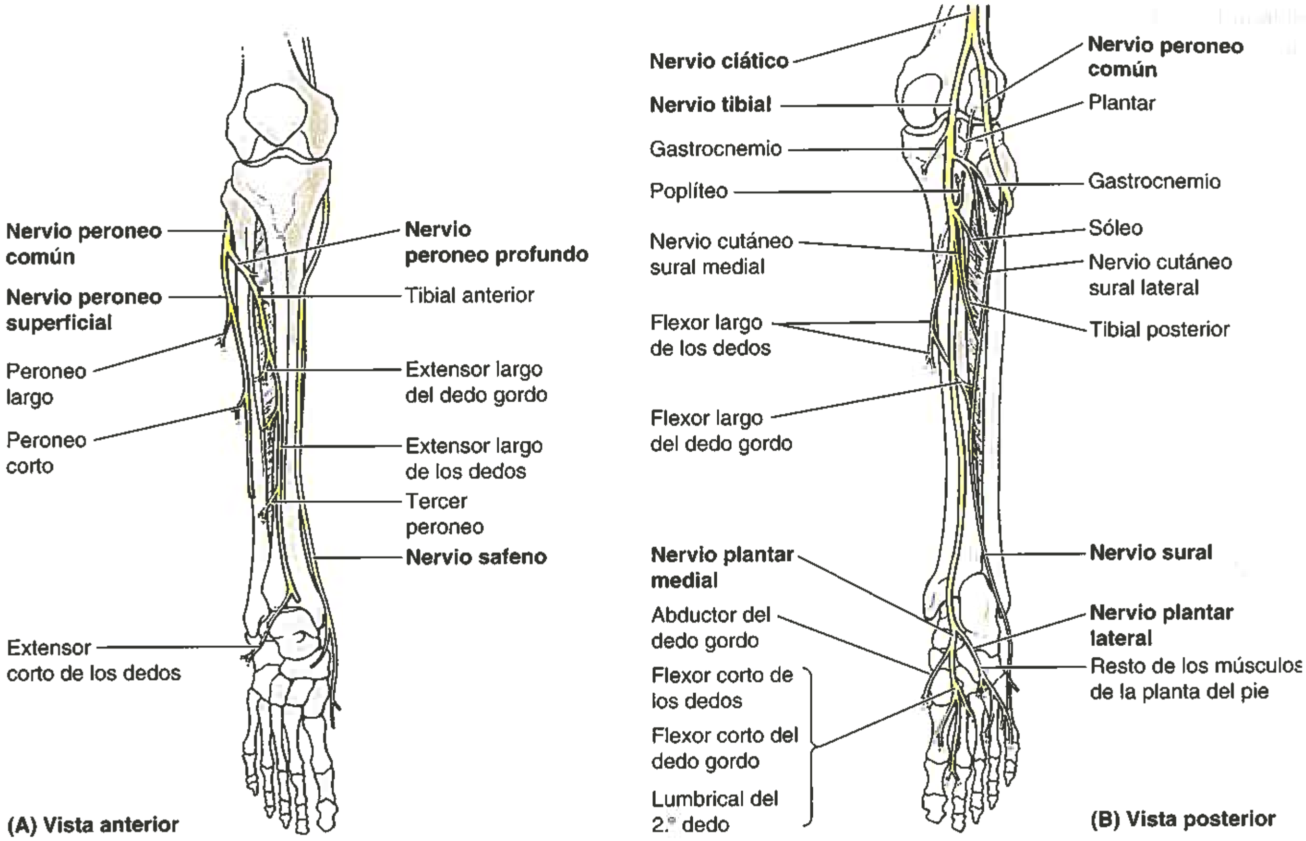

Nervio peroneo común
Nervio peroneo superficial
Peroneo largo
Peroneo corto
Extensor corto de los dedos
(A) Vista anterior
Nervio peroneo profundo
Tibial anterior
Extensor largo del dedo gordo
Extensor largo de los dedos
Tercer peroneo
Nervio safeno
Nervio ciático
Nervio tibial
Gastrocnemio
Poplíteo
Nervio cutáneo sural medial
Flexor largo de los dedos
Flexor largo del dedo gordo
Nervio plantar medial
Abductor del dedo gordo
Flexor corto de los dedos
Flexor corto del dedo gordo
Lumbrical del 2.º dedo
Nervio peroneo común
Plantar
Gastrocnemio
Sóleo
Nervio cutáneo sural lateral
Tibial posterior
Nervio sural
Nervio plantar lateral
Resto de los músculos de la planta del pie
(B) Vista posterior

FIGURA 5-57. Nervios de la pierna.

TABLA 5-11. NERVIOS DE LA PIERNA

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Safeno	Nervio femoral	Desciende con los vasos femorales a través del triángulo femoral y el conducto aductor; luego desciende con la vena safena mayor	Inerva la piel del lado medial de la pierna y el pie
Sural	Normalmente se origina a la vez de los nervios tibial y peroneo común	Desciende entre las cabezas del gastrocnemio y se hace superficial en la parte media de la pierna; desciende con la vena safena menor y pasa, inferior al maléolo lateral, hacia el lado lateral del pie	Inerva la piel de las caras posterior y lateral de la pierna, y el lado lateral del pie
Tibial	Nervio ciático	Se forma cuando el nervio ciático se bifurca en el vértice de la fosa poplítea; desciende a través de la fosa poplítea y se sitúa sobre el músculo poplíteo; discurre inferiormente sobre el tibial posterior con los vasos tibiales posteriores; termina por debajo del retináculo de los músculos flexores, donde se divide en nervios plantares medial y lateral	Inerva los músculos posteriores de la pierna y la articulación de la rodilla
Peroneo común	Nervio ciático	Se forma cuando el nervio ciático se bifurca en el vértice de la fosa poplítea, y sigue el borde medial del bíceps femoral y su tendón; pasa sobre la cara posterior de la cabeza del peroné y luego se enrolla alrededor del cuello del peroné, profundo respecto al peroneo largo, donde se divide en nervios peroneo profundo y superficial	Inerva la piel de la parte lateral de la cara posterior de la pierna, por medio del nervio cutáneo sural lateral; también inerva la articulación de la rodilla a través de su ramo articular
Peroneo superficial	Nervio peroneo común	Se origina entre el peroneo largo y el cuello del peroné, y desciende por el compartimiento lateral de la pierna; perfora la fascia profunda del tercio distal de la pierna para hacerse subcutáneo	Inerva los peroneos largo y corto, así como la piel del tercio distal de la cara anterior de la pierna y dorso del pie
Peroneo profundo	Nervio peroneo común	Se origina entre el peroneo largo y el cuello del peroné; pasa a través del extensor largo de los dedos y desciende sobre la membrana interósea; cruza el extremo distal de la tibia y entra en el dorso del pie	Inerva los músculos anteriores de la pierna, dorso del pie y piel del primer espacio interdigital; proporciona ramos articulares para las articulaciones que cruza

el extensor largo de los dedos, y luego entre el tibial anterior y el extensor largo del dedo gordo. A continuación sale del compartimiento y continúa a lo largo de la articulación talocrural para inervar músculos intrínsecos (extensores cortos de los dedos y del dedo gordo) y una pequeña porción de la piel del pie. Cuando se lesiona el nervio no se puede flexionar dorsalmente el pie (pie caído).

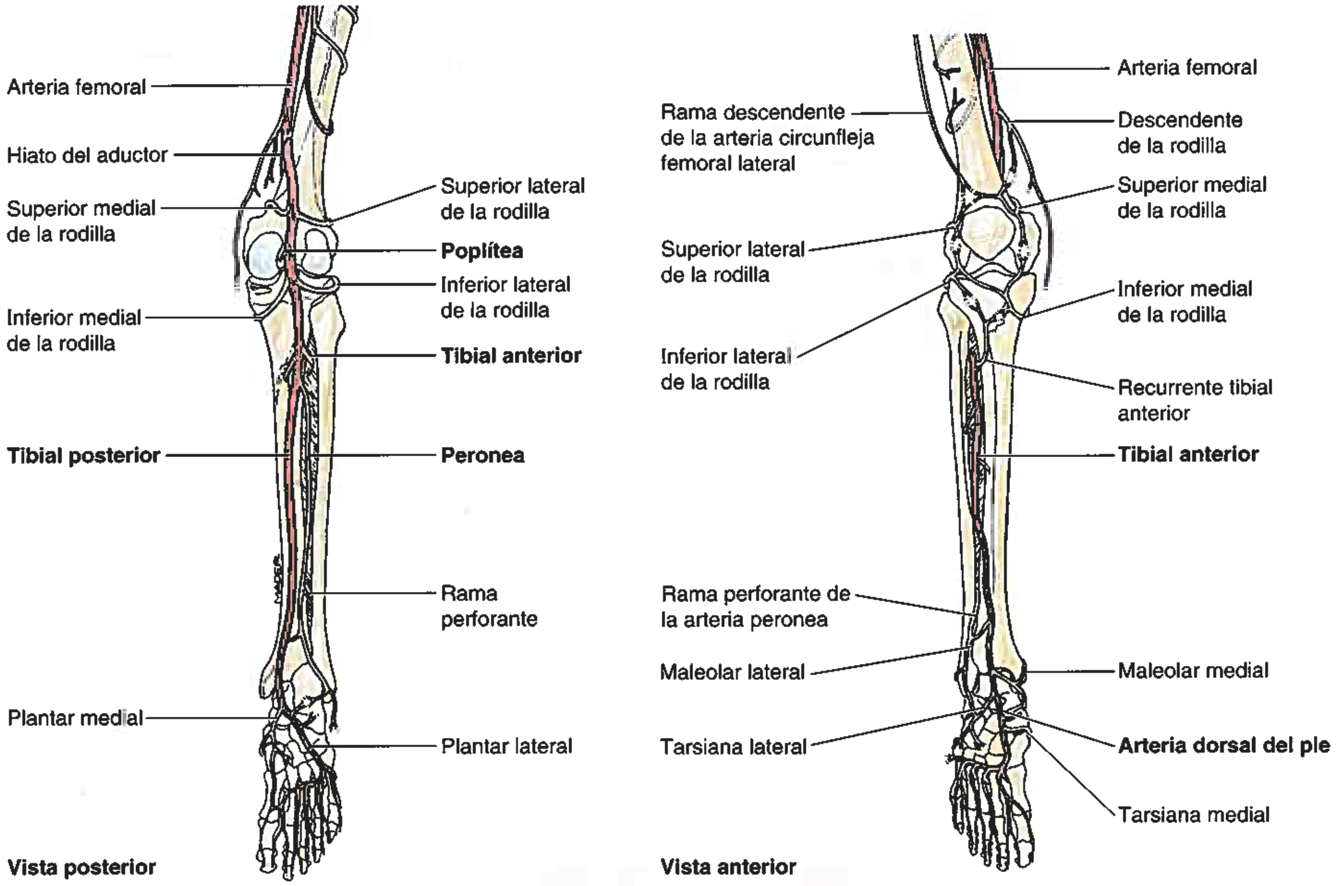

Arteria femoral
Hiato del aductor
Superior medial de la rodilla
Inferior medial de la rodilla
Tibial posterior
Plantar medial
Vista posterior
Superior lateral de la rodilla
Poplítea
Inferior lateral de la rodilla
Tibial anterior
Peronea
Rama perforante
Plantar lateral
Rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral
Superior lateral de la rodilla
Inferior lateral de la rodilla
Rama perforante de la arteria peronea
Maleolar lateral
Tarsiana lateral
Vista anterior
Arteria femoral
Descendente de la rodilla
Superior medial de la rodilla
Inferior medial de la rodilla
Recurrente tibial anterior
Tibial anterior
Maleolar medial
Arteria dorsal del pie
Tarsiana medial

FIGURA 5-58. Arterias de la pierna.

TABLA 5-12. ARTERIAS DE LA PIERNA

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución en la pierna
Poplítea	Continuación de la arteria femoral en el hiato del aductor en el aductor mayor	Pasa a través de la fosa poplítea hacia la pierna; termina en el borde inferior del músculo poplíteo, donde se divide en arterias tibiales anterior y posterior	Arterias superiores, media e inferiores de la rodilla, para las caras lateral y medial de ésta
Tibial anterior	Arteria poplítea	Pasa entre la tibia y el peroné hacia el compartimiento anterior a través de una hendidura en la parte superior de la membrana interósea, y desciende sobre esta membrana entre el tibial anterior y el extensor largo de los dedos	Compartimiento anterior de la pierna
Dorsal del pie (pedia)	Continuación de la arteria tibial anterior distal al retináculo inferior de los músculos extensores	Desciende anteromedialmente hacia el primer espacio interóseo, y se divide en arterias plantar profunda y arqueada	Músculos del dorso del pie; perfora los primeros músculos interóseos dorsales como arteria plantar profunda, para contribuir a la formación del arco plantar profundo
Tibial posterior	Arteria poplítea	Pasa a través del compartimiento posterior de la pierna y termina distal al retináculo de los músculos flexores, dividiéndose en arterias plantares medial y lateral	Compartimientos posterior y lateral de la pierna; la rama circunfleja peronea se une a la red articular que rodea la rodilla; una arteria nutricia pasa hacia la tibia
Peronea	Arteria tibial posterior	Desciende por el compartimiento posterior de la pierna, adyacente al tabique intermuscular posterior	Compartimiento posterior de la pierna; ramas perforantes irrigan el compartimiento lateral de la pierna

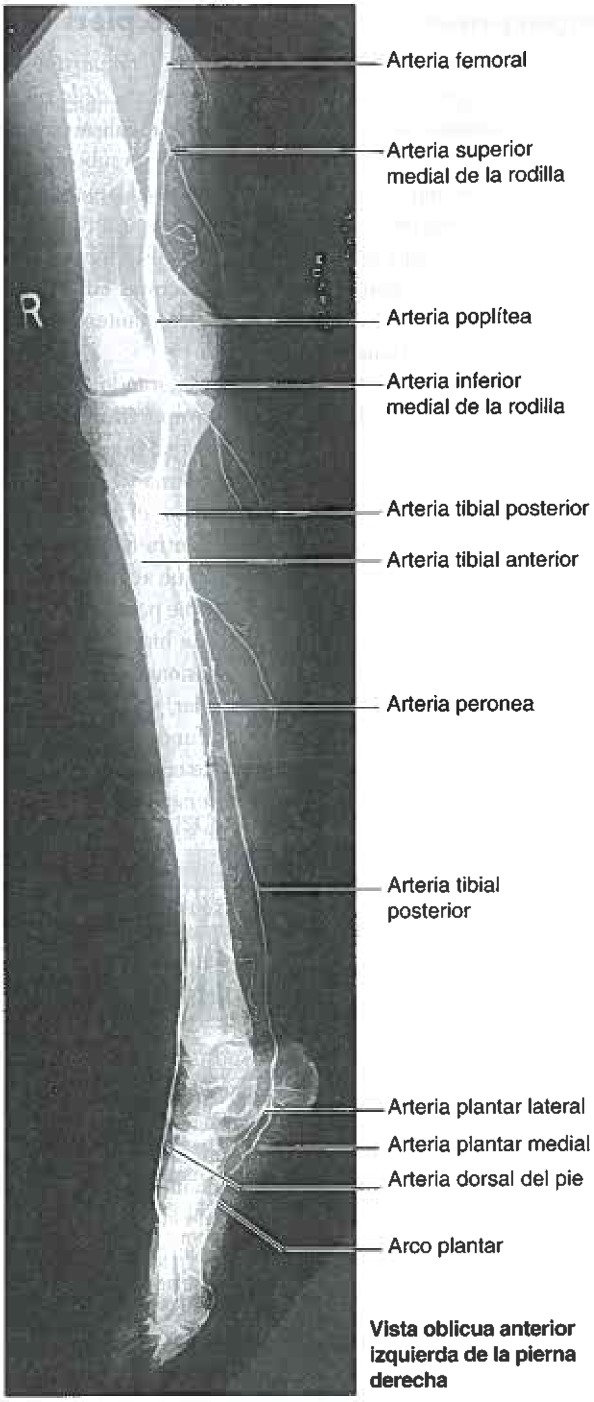


FIGURA 5-59. Arteriografía poplítea. La arteria poplítea se origina en la parte lateral del hiato del aductor (donde puede comprimirse) y a continuación discurre sucesivamente sobre el extremo distal del fémur, la cápsula articular de la articulación de la rodilla y el músculo poplíteo (no visible), antes de dividirse en las arterias tibiales anterior y posterior, en el ángulo inferior de la fosa poplítea. Aquí puede sufrir compresión al pasar por debajo del arco tendinoso del músculo sóleo. (Cortesía del Dr. K. Sniderman, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

ARTERIAS DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DE LA PIERNA

La **arteria tibial anterior** irriga las estructuras del compartimiento anterior (figs. 5-53A, 5-58B y 5-59; tabla 5-12). Es la *rama terminal de la arteria poplítea* de menor tamaño, y se inicia en el borde inferior del músculo poplíteo (es decir, cuando la arteria poplítea pasa profunda al arco tendinoso del músculo sóleo). Inmediatamente después, la arteria se dirige anteriormente a través de una abertura en la parte superior de la *membrana interósea* para descender sobre la cara anterior de ésta, entre los músculos tibial anterior y extensor largo de los dedos. En la articulación talocrural, a mitad de camino entre los maléolos, la arteria tibial anterior cambia de nombre y se convierte en la *arteria dorsal del pie* (pedia).

Compartimiento lateral de la pierna

El **compartimiento lateral de la pierna,** o *compartimiento eversor,* es el menor (más estrecho) de los compartimientos de la pierna. Está limitado por la cara lateral del peroné, los tabiques intermusculares anterior y posterior, y la fascia profunda de la pierna (figs. 5-53A y B, y 5-55F; tabla 5-10). El compartimiento lateral termina inferiormente en el **retináculo superior de los músculos peroneos,** que se extiende entre el extremo distal del peroné y el calcáneo (fig. 5-56A). Aquí, los tendones de los dos músculos del compartimiento (peroneos largo y corto) entran en una *vaina sinovial común* que los aloja en su trayecto entre el retináculo superior de los músculos peroneos y el maléolo lateral, y utilizan a este último como tróclea cuando cruzan la articulación talocrural.

MÚSCULOS DEL COMPARTIMIENTO LATERAL DE LA PIERNA

El compartimiento lateral contiene los *músculos peroneos largo* y *corto.* Estos músculos tienen sus vientres carnosos en el compartimiento lateral, pero se vuelven tendinosos cuando lo dejan para entrar en la vaina sinovial común y pasar en profundidad respecto al retináculo superior de los músculos peroneos. Ambos músculos son **eversores del pie,** de modo que elevan el borde lateral del pie. Desde un punto de vista embriológico, los músculos peroneos son postaxiales, por lo que reciben inervación de las divisiones posteriores de los nervios espinales que forman el nervio ciático. No obstante, como los peroneos largo y corto pasan posteriormente al eje transversal de la articulación del tobillo (talocrural), participan en la flexión plantar de ésta, a diferencia de los músculos postaxiales del compartimiento anterior (incluido el tercer peroneo), que son flexores dorsales.

Como eversores, los músculos peroneos actúan sobre las articulaciones subastragalina y transversa del tarso. Sólo son posibles unos pocos grados de eversión a partir de la posición neutra. En la práctica, la función principal de los eversores del pie no consiste en elevar el borde lateral del pie (definición habitual de eversión), sino en deprimir o fijar el borde medial del pie como soporte de la fase de despegue de la marcha y, especialmente, de la carrera, y en oponer resistencia a una inversión inadvertida o excesiva del pie (la posición en que el tobillo es más vulnerable y puede lesionarse). Cuando se está de pie (y en particular cuando se mantiene el equilibrio sobre un solo pie), los músculos peroneos se contraen para oponer resistencia a la inclinación medial (para recentrar un eje de gravedad que se ha desplazado medialmente) tirando lateralmente de la pierna a la vez que deprimen el borde medial del pie.

Para explorar los peroneos largo y corto, el sujeto debe evertir el pie con fuerza contra resistencia. Con esta maniobra se pueden ver y palpar sus tendones inferiormente al maléolo lateral, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Peroneo largo. El **peroneo largo** es el más largo y superficial de los dos músculos peroneos, y se origina en una porción mucho más superior del cuerpo del peroné (figs. 5-53, 5-55F y 5-56A; tabla 5-10). El estrecho músculo peroneo largo se extiende desde la cabeza del peroné hasta la planta del pie. Su tendón se puede palpar y observar proximal y posteriormente al maléolo lateral. Distalmente al retináculo superior de los músculos peroneos, la vaina común se divide para pasar a través de compartimientos separados en profundidad respecto al **retináculo inferior de los músculos peroneos** (figs. 5-54A y 5-56). El peroneo largo pasa a través del compartimiento inferior (inferior a la *tróclea peroneal* del calcáneo) y entra en un surco de la cara anteroinferior del hueso cuboides (v. fig. 5-11D). A continuación cruza la planta del pie en dirección oblicua y distal para alcanzar su inserción en el primer metatarsiano y los huesos cuneiformes mediales (v. fig. 5-11B). Cuando una persona se sostiene sobre un solo pie, el peroneo largo ayuda a estabilizar la pierna en relación con el pie.

Peroneo corto. El **peroneo corto** es un músculo fusiforme que se sitúa profundo al peroneo largo y, haciendo honor a su nombre, es más corto que su compañero en el compartimiento lateral (figs. 5-53, 5-55F y 5-56A; tabla 5-10). Su amplio tendón forma un surco en la cara posterior del maléolo lateral y se puede palpar inferiormente a éste. El tendón del peroneo largo, más delgado, pasa por encima del peroneo corto sin establecer contacto con el maléolo lateral. El tendón del peroneo corto atraviesa el compartimiento superior del retináculo inferior de los músculos peroneos pasando superiormente a la tróclea peroneal del calcáneo; puede seguirse fácilmente hasta su inserción distal en la base del 5.º metatarsiano (fig. 5-11D). El tendón del *tercer peroneo,* una cinta muscular del extensor largo de los dedos, con frecuencia se fusiona con el tendón del peroneo corto (fig. 5-56A). En ocasiones, no obstante, el tercer peroneo se dirige anteriormente para insertarse directamente en la falange proximal del 5.º dedo.

NERVIOS DEL COMPARTIMIENTO LATERAL DE LA PIERNA

El **nervio peroneo superficial,** un ramo terminal del nervio peroneo común, es el nervio del compartimiento lateral (figs. 5-43A, 5-56A y 5-57A; tabla 5-11). Tras inervar los músculos peroneos largo y corto, sigue su trayecto como un nervio cutáneo e inerva la piel de la parte distal de la cara anterior de la pierna y casi todo el dorso del pie.

VASOS SANGUÍNEOS DEL COMPARTIMIENTO LATERAL DE LA PIERNA

Como el compartimiento lateral no está dotado de ninguna arteria que lo recorra, su irrigación y su drenaje venoso dependen de ramas perforantes y de venas satélites, respectivamente. Proximalmente, ramas perforantes de la arteria tibial anterior penetran a través del tabique intermuscular anterior. Inferiormente, ramas perforantes de la *arteria peronea* penetran a través del tabique intermuscular posterior, junto con sus venas satélites (figs. 5-58 y 5-59; tabla 5-12).

Compartimiento posterior de la pierna

El **compartimiento posterior de la pierna** (*compartimiento flexor*) es el *más grande de los tres compartimientos de la pierna* (fig. 5-53A). El *tabique intermuscular transverso* divide al compartimiento posterior y los músculos que contiene en un subcompartimiento/grupo muscular superficial y uno profundo. La inervación y la irrigación de ambas partes del compartimiento posterior corren a cargo del nervio tibial y de los vasos tibiales posteriores y peroneos, respectivamente, pero todas estas estructuras circulan por el subcompartimiento profundo, en profundidad (anteriormente) respecto al tabique intermuscular transverso.

El **subcompartimiento superficial,** más grande, es el área compartimental menos confinada. El **subcompartimiento profundo,** de menor tamaño, está limitado, al igual que el compartimiento anterior, por los dos huesos de la pierna y la *membrana interósea* que los mantiene juntos, y también por el tabique intermuscular transverso, de modo que se encuentra bastante confinado. Como el nervio y los vasos sanguíneos que abastecen a todo el compartimiento posterior y a la planta del pie pasan a través del subcompartimiento profundo, cuando éste se hincha tiene lugar un síndrome compartimental que puede ocasionar consecuencias graves, como necrosis muscular (muerte tisular) y parálisis.

Inferiormente, el subcompartimiento profundo se estrecha progresivamente a medida que los músculos que contiene se vuelven tendinosos. El tabique intermuscular transverso termina en forma de unas fibras transversales de refuerzo que se extienden entre el extremo del maléolo medial y el calcáneo para formar el **retináculo de los músculos flexores** (v. fig. 5-61). Este retináculo se subdivide en profundidad para formar compartimientos separados para cada tendón del grupo muscular profundo, así como para el nervio tibial y la arteria tibial posterior en su trayecto curvo alrededor del maléolo medial.

Los músculos del compartimiento posterior inducen movimientos de *flexión plantar* en la articulación del tarso, *inversión* en las articulaciones subastragalina y transversa del tarso, y *flexión* en los dedos. La **flexión plantar** es un movimiento potente (cuatro veces más potente que la flexión dorsal) y con una extensión relativamente amplia (aproximadamente 50° desde la posición neutra), que se debe a la acción de músculos que pasan por detrás del eje transversal de la articulación talocrural. La flexión plantar genera un empuje aplicado principalmente en la bola del pie, que se utiliza para impulsar el cuerpo adelante y arriba, y es el principal componente de las fuerzas generadas durante los despegues (despegue de talón y despegue de los dedos) de la fase de apoyo en la marcha y en la carrera (v. fig. 5-20D y E; tabla 5-2).

GRUPO MUSCULAR SUPERFICIAL DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR

El grupo superficial de *músculos de la pantorrilla* (músculos que forman la prominencia o «pantorrilla» de la parte posterior de la pierna) está formado por el *gastrocnemio,* el *sóleo* y el *plantar.* En la figura 5-60A a E y en la tabla 5-13.I se exponen detalles relativos a sus inserciones, inervación y acciones. El gastrocnemio y el sóleo comparten un tendón común, el *tendón calcáneo,* que se inserta en el calcáneo. En conjunto, estos dos músculos configuran las tres cabezas del **tríceps sural** (figs. 5-60 y 5-61A). Esta potente masa

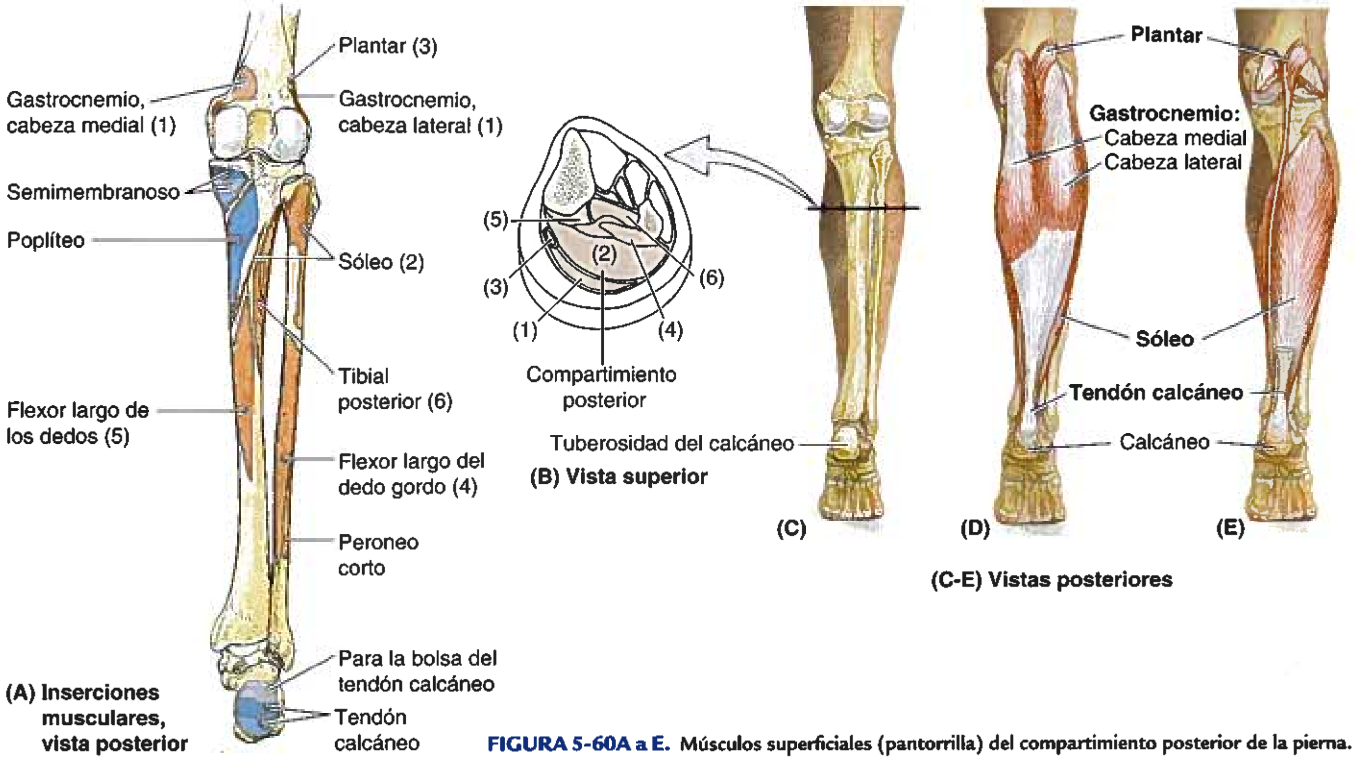

Gastrocnemio, cabeza medial (1)
Semimembranoso
Poplíteo
Flexor largo de los dedos (5)
Plantar (3)
Gastrocnemio, cabeza lateral (1)
Sóleo (2)
Tibial posterior (6)
Flexor largo del dedo gordo (4)
Peroneo corto
Para la bolsa del tendón calcáneo
Tendón calcáneo
(A) Inserciones musculares, vista posterior
(5)
(3)
(2)
(6)
(1)
(4)
Compartimiento posterior
Tuberosidad del calcáneo
(B) Vista superior
Plantar
Gastrocnemio:
Cabeza medial
Cabeza lateral
Sóleo
Tendón calcáneo
Calcáneo
(C)
(D)
(E)
(C-E) Vistas posteriores

FIGURA 5-60A a E. Músculos superficiales (pantorrilla) del compartimiento posterior de la pierna.

TABLA 5-13.I. MÚSCULOS SUPERFICIALES DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR DE LA PIERNA

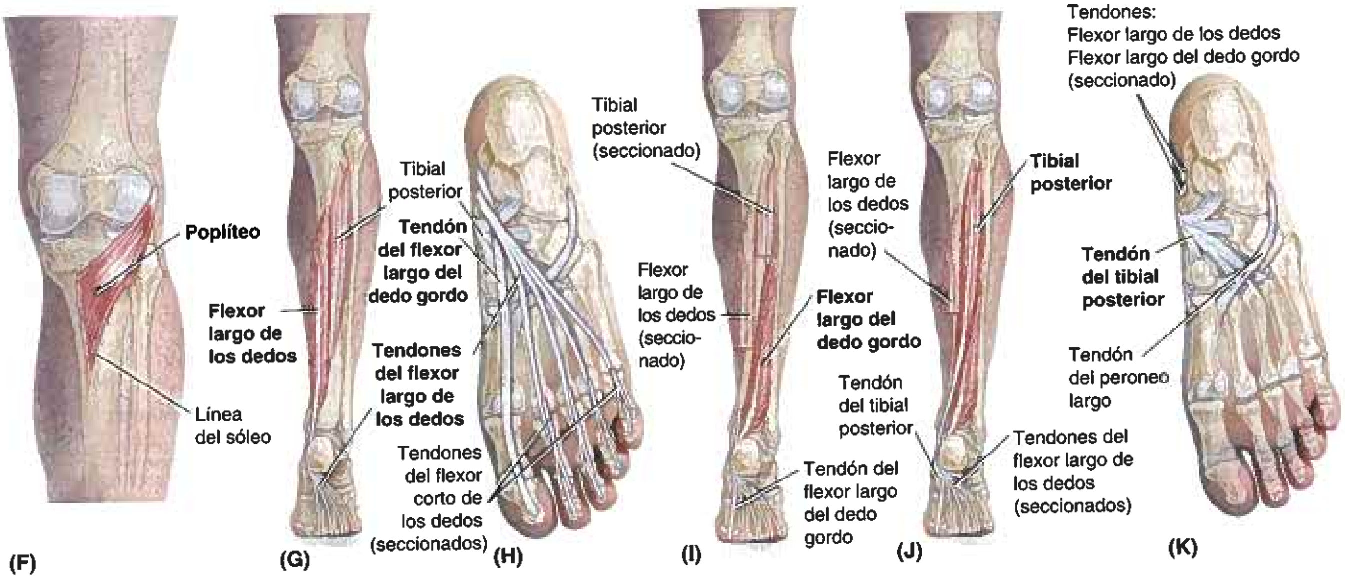
Músculo[a]	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[b]	Acción principal
Gastrocnemio (1)	Cabeza lateral: cara lateral del cóndilo lateral del fémur Cabeza medial: cara poplítea del fémur, superior al cóndilo medial	Cara posterior del calcáneo, mediante el tendón calcáneo	Nervio tibial (S1, S2)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo cuando la rodilla está extendida; eleva el talón durante la marcha; flexiona la pierna a nivel de la articulación de la rodilla
Sóleo (2)	Cara posterior de la cabeza del peroné y cuarto superior de la cara posterior del mismo hueso; línea del sóleo y tercio medio del borde medial de la tibia; arco tendinoso que se extiende entre las inserciones óseas			Flexión plantar del pie a nivel del tobillo, independientemente de la posición de la rodilla; estabiliza la pierna sobre el pie
Plantar (3)	Extremo inferior de la línea supracondílea lateral del fémur; ligamento poplíteo oblicuo			Ayuda débilmente al gastrocnemio en la flexión plantar del pie a nivel del tobillo

[a] Los números se refieren a la figura 5-60A.
[b] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «S1, S2» indica que los nervios que inervan estos músculos derivan del primero y segundo segmentos sacros de la médula espinal). La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

muscular tira de la palanca formada por la tuberosidad del calcáneo para elevar el talón y, en consecuencia, deprimir el antepié; llega a generar hasta un 93 % de la fuerza implicada en la flexión plantar.

El gran tamaño de los músculos gastrocnemio y sóleo es una característica humana que se relaciona directamente con la bipedestación. Estos músculos son potentes y robustos porque levantan, propulsan y aceleran el peso del cuerpo cuando se camina, se corre, se salta o se está de puntillas.

El **tendón calcáneo** (*tendón de Aquiles*) es el más potente (el más grueso y resistente) del cuerpo. Tiene aproximadamente 15 cm de longitud y es continuación de la aponeurosis plana que se forma en la mitad de la pantorrilla, donde terminan las cabezas del gastrocnemio (figs. 5-60D y E, y 5-61). Proximalmente, la aponeurosis recibe fibras carnosas del sóleo directamente en su superficie profunda, pero luego se engrosa a medida que las fibras del sóleo se vuelven tendinosas inferiormente. En consecuencia, el tendón se vuelve más grueso pero a la vez más estrecho a medida que desciende, hasta formar una estructura de sección transversal esencialmente redondeada superior al calcáneo. Entonces se expande y se inserta centralmente en la superficie posterior de la *tuberosidad del calcáneo*. El tendón calcáneo típicamente gira un cuarto de vuelta (90°) durante su descenso, de modo que las fibras del gastrocnemio se insertan lateralmente y las del sóleo lo hacen medialmente. Se cree que esta disposición influye significativamente en


Poplíteo
Flexor largo de los dedos
Línea del sóleo
Tibial posterior
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Tendones del flexor largo de los dedos
Tendones del flexor corto de los dedos (seccionados)
Tibial posterior (seccionado)
Flexor largo de los dedos (seccionado)
Flexor largo de los dedos (seccionado)
Flexor largo del dedo gordo
Tendón del tibial posterior
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Tendones:
Flexor largo de los dedos
Flexor largo del dedo gordo (seccionado)
Tibial posterior
Tendón del tibial posterior
Tendón del peroneo largo
Tendones del flexor largo de los dedos (seccionados)
(F)
(G)
(H)
(I)
(J)
(K)

(F, G, I y J) Vistas posteriores (H y K) Vistas inferiores

FIGURA 5-60F a K. Músculos profundos del compartimiento posterior de la pierna.

TABLA 5-13.II. MÚSCULOS PROFUNDOS DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR DE LA PIERNA

Músculo[a]	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[b]	Acción principal
Poplíteo	Cara lateral del cóndilo lateral del fémur y menisco lateral	Cara posterior de la tibia, superior a la línea del sóleo	Nervio tibial (L4, L5, S1)	Flexiona débilmente la rodilla y la desbloquea rotando el fémur 5° sobre la tibia fija; rota medialmente la tibia del miembro sin apoyo
Flexor largo del dedo gordo (4)	Dos tercios inferiores de la cara posterior del peroné y parte inferior de la membrana interósea	Base de la falange distal del dedo gordo	Nervio tibial (S2, S3)	Flexiona el dedo gordo en todas las articulaciones; débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo; sostiene el arco longitudinal medial del pie
Flexor largo de los dedos (5)	Parte medial de la cara posterior de la tibia, inferior a la línea del sóleo y, mediante un ancho tendón, en el peroné	Base de las falanges distales de los cuatro dedos laterales		Flexiona los cuatro dedos laterales; flexión plantar del pie a nivel del tobillo; sostiene los arcos longitudinales del pie
Tibial posterior (6)	Membrana interósea; cara posterior de la tibia, inferior a la línea del sóleo; cara posterior del peroné	Tuberosidad del navicular; cuneiformes, cuboides y sustentáculo del astrágalo del calcáneo; bases de los metatarsianos 2.° a 4.°	Nervio tibial (L4, L5)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo; inversión del pie

[a] Los números se refieren a la figura 5-60A.

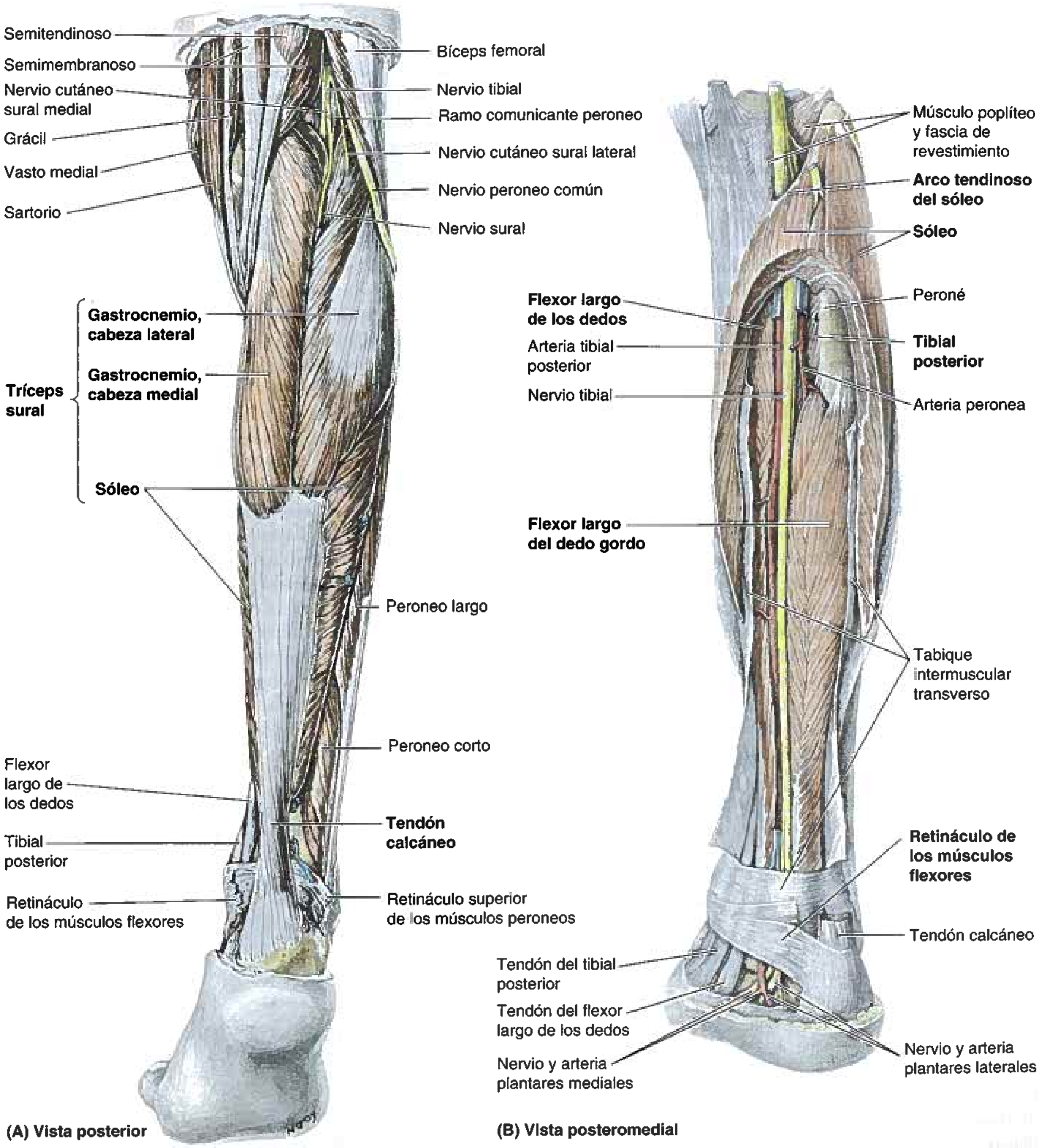
[b] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «S2, S3» indica que los nervios que inervan el flexor largo del dedo gordo derivan del segundo y tercer segmentos sacros de la médula espinal). La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

la capacidad elástica del tendón para absorber energía (impactos) y replegarse, liberando la energía como parte de la fuerza propulsora que ejerce. Aunque comparten un tendón común, los dos músculos del tríceps sural son capaces de actuar por separado, y con frecuencia lo hacen: «se pasea con el sóleo, pero se gana el salto de longitud con el gastrocnemio».

Para explorar el tríceps sural, el sujeto debe flexionar plantarmente el pie contra resistencia (p. ej., ponerse de puntillas para que el peso corporal [la gravedad] oponga resistencia). Con esta maniobra se pueden ver y palpar el tendón calcáneo y el tríceps sural, siempre y cuando sean normales.

Una *bolsa subcutánea calcánea* localizada entre la piel y el tendón calcáneo permite que la piel se mueva por encima del tendón cuando está tenso. Una *bolsa profunda del tendón calcáneo* (bolsa retrocalcánea) localizada entre el tendón y el calcáneo permite que el tendón se deslice sobre el hueso.

Gastrocnemio. El **gastrocnemio** es el músculo más superficial del compartimiento posterior, y forma la parte proximal y más prominente de la *pantorrilla* (figs. 5-60D y 5-61A; tabla 5-13.I). Es un músculo fusiforme y de dos cabezas que actúa sobre dos articulaciones; su cabeza medial es ligeramente mayor y se extiende más distalmente que la lateral. Las cabezas se juntan en el margen inferior de la fosa poplítea, donde forman los límites inferolateral e inferomedial de la fosa. Está dotado en su mayor parte de fibras blancas de contracción rápida (de tipo 2), por lo que sus contracciones generan movimientos rápidos durante la carrera y el salto.


Semitendinoso
Semimembranoso
Nervio cutáneo sural medial
Grácil
Vasto medial
Sartorio
Bíceps femoral
Nervio tibial
Ramo comunicante peroneo
Nervio cutáneo sural lateral
Nervio peroneo común
Nervio sural
Gastrocnemio, cabeza lateral
Tríceps sural
Gastrocnemio, cabeza medial
Sóleo
Peroneo largo
Peroneo corto
Flexor largo de los dedos
Tibial posterior
Tendón calcáneo
Retináculo de los músculos flexores
Retináculo superior de los músculos peroneos
Músculo poplíteo y fascia de revestimiento
Arco tendinoso del sóleo
Sóleo
Peroné
Flexor largo de los dedos
Arteria tibial posterior
Tibial posterior
Nervio tibial
Arteria peronea
Flexor largo del dedo gordo
Tabique intermuscular transverso
Retináculo de los músculos flexores
Tendón calcáneo
Tendón del tibial posterior
Tendón del flexor largo de los dedos
Nervio y arteria plantares mediales
Nervio y arteria plantares laterales

(A) Vista posterior **(B) Vista posteromedial**

FIGURA 5-61. Disección de la cara posterior de la pierna. A. Disección superficial. Salvo para los retináculos de la región del tobillo, se ha retirado la fascia profunda para mostrar los nervios y los músculos. Las tres cabezas del músculo tríceps sural se insertan distalmente con respecto al calcáneo, mediante las fibras en espiral del tendón calcáneo. **B.** Disección profunda. Se ha retirado el gastrocnemio y la mayor parte del sóleo, dejando sólo una sección del sóleo en forma de herradura junto a su inserción proximal y la parte distal del tendón calcáneo. Se ha seccionado el tabique intermuscular transverso para mostrar los músculos profundos, los vasos y los nervios.

Durante la bipedestación estática simétrica sólo actúa de forma intermitente.

El gastrocnemio cruza y es capaz de actuar tanto sobre la articulación de la rodilla como sobre la talocrural; no obstante, no puede aplicar toda su potencia en ambas articulaciones a la vez. Es más eficaz cuando la rodilla está extendida (y su máxima activación tiene lugar cuando la extensión de la rodilla se combina con la flexión dorsal del pie, como sucede en la posición de salida de una carrera de velocidad). Es incapaz de inducir flexión plantar cuando la rodilla se encuentra en flexión completa.

Sóleo. El **sóleo** se localiza en profundidad respecto al gastrocnemio y es el «mulo de carga» de la flexión plantar (figs. 5-60E y 5-61A y B; tabla 5-13.I). Es un músculo grande, más plano que el gastrocnemio, que recibe su nombre por el parecido que tiene con un lenguado, el pez plano que descansa sobre un lado del cuerpo en el fondo del mar. Tiene una inserción proximal continua en forma de U invertida en las caras posteriores del peroné y la tibia, y un arco tendinoso que se extiende entre ellas, denominado **arco tendinoso del músculo sóleo** (figs. 5-60A y 5-61B). La arteria poplítea y el nervio tibial pasan a través de este arco para dejar la fosa poplítea (la arteria poplítea, a la vez, se bifurca en sus dos ramas terminales: las arterias tibiales anterior y posterior).

El sóleo se puede palpar en cada lado del gastrocnemio cuando el sujeto se encuentra de puntillas. Puede participar junto con el gastrocnemio en la flexión plantar de la articulación talocrural, pero actúa en solitario cuando la rodilla está flexionada; no induce movimientos en la rodilla. El sóleo tiene tres partes, cada una de ellas con haces de fibras en una dirección distinta.

Cuando el pie está apoyado, el sóleo tira de los huesos de la pierna hacia atrás. Esta acción es importante para mantenerse de pie, ya que el eje de la gravedad pasa por delante del eje óseo de la pierna. El sóleo es, por ello, un músculo antigravitatorio (el flexor plantar predominante cuando se está de pie o se pasea), que para mantener el equilibrio se contrae de forma antagónica pero cooperativa (alternativamente) con los flexores dorsales del pie situados en la pierna. Está dotado principalmente de fibras musculares rojas, resistentes a la fatiga y de contracción lenta (de tipo 1), por lo que es un potente pero relativamente lento flexor plantar de la articulación talocrural, capaz de mantener su contracción de forma sostenida. Los estudios electromiográficos ponen de manifiesto que durante la bipedestación estática simétrica el sóleo actúa continuamente.

Plantar. El **plantar** es un pequeño músculo con un corto vientre y un largo tendón (figs. 5-50, 5-53A y 5-60A y E; tabla 5-13.I). Este músculo vestigial está ausente en un 5 % a un 10 % de las personas, y es muy variable en tamaño y forma (en general es una cinta de aproximadamente el tamaño del dedo meñique). Actúa junto con el gastrocnemio, pero es insignificante tanto en la flexión de la rodilla como en la flexión plantar del tobillo.

Se ha sugerido que el plantar actúa como órgano propioceptivo para los flexores plantares de mayor tamaño, ya que está dotado de una gran densidad de husos neuromusculares (receptores propioceptivos). Su largo y delgado tendón es fácil de confundir con un nervio (y por ello algunos lo han apodado «el nervio del novato»).

El tendón del plantar se dirige distalmente entre el gastrocnemio y el sóleo (figs. 5-53A y 5-60B), y en ocasiones se rompe con un chasquido doloroso cuando se practican actividades como los deportes de raqueta. Debido a su escasa función, el tendón del plantar se puede extirpar para injertarlo (p. ej., en la cirugía reparadora de los tendones de la mano) sin que aparezca discapacidad.

GRUPO MUSCULAR PROFUNDO DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR

Cuatro son los músculos que configuran el grupo profundo del compartimiento posterior de la pierna (figs. 5-53, 5-61B y 5-62 a 5-64; tabla 5-13.II): *poplíteo, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo* y *tibial posterior.* El poplíteo actúa sobre la articulación de la rodilla, mientras que los otros tres flexionan plantarmente el tobillo y de ellos dos se continúan distalmente para flexionar los dedos. No obstante, debido a su pequeño tamaño y a la estrecha proximidad de sus tendones al eje de la articulación talocrural, los flexores plantares «no tricipitales» sólo inducen en conjunto alrededor de un 7 % de la fuerza total de flexión plantar (y en ella son más significativos los peroneos largo y corto). Cuando se rompe el tendón calcáneo, estos músculos son incapaces de generar la potencia necesaria para levantar el peso del cuerpo (es decir, para ponerse de puntillas).

Los dos músculos del compartimiento posterior que se dirigen hacia los dedos se entrecruzan, y así, el que se inserta en el dedo gordo (flexor largo del dedo gordo) se origina lateralmente (en el peroné) en el subcompartimiento profundo, y el que se inserta en los cuatro dedos laterales (flexor largo de los dedos) se origina medialmente (en la tibia) (fig. 5-40). Sus tendones cruzan la planta del pie.

Poplíteo. El **poplíteo** es un músculo delgado y triangular que forma la parte inferior del suelo de la fosa poplítea (figs. 5-32, 5-51, 5-60A y F, y 5-62; tabla 5-13.II). Proximalmente, su inserción tendinosa en la cara lateral del cóndilo lateral del fémur y su amplia inserción en el menisco lateral se establecen entre la membrana fibrosa y la membrana sinovial de la cápsula de la articulación de la rodilla. El vértice de su vientre carnoso emerge de la cápsula de la articulación de la rodilla. Tiene una inserción distal carnosa en la tibia que está recubierta por la fascia poplítea, que a su vez está reforzada por una expansión fibrosa procedente del músculo semimembranoso.

El poplíteo ejerce una acción flexora insignificante sobre la articulación de la rodilla por sí mismo, pero durante la flexión de ésta tira del menisco lateral posteriormente (un movimiento que de lo

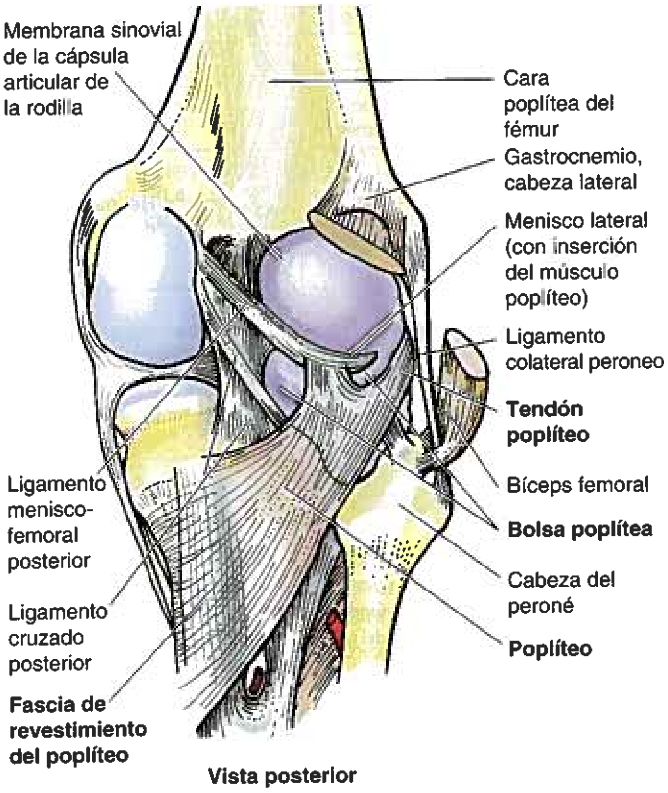

Membrana sinovial de la cápsula articular de la rodilla
Cara poplítea del fémur
Gastrocnemio, cabeza lateral
Menisco lateral (con inserción del músculo poplíteo)
Ligamento colateral peroneo
Tendón poplíteo
Bíceps femoral
Bolsa poplítea
Cabeza del peroné
Poplíteo
Ligamento meniscofemoral posterior
Ligamento cruzado posterior
Fascia de revestimiento del poplíteo
Vista posterior

FIGURA 5-62. Disección profunda de la fosa poplítea y la cara posterior de la articulación de la rodilla.

contrario tendría lugar pasivamente por compresión, tal y como sucede con el menisco medial). Cuando la persona se encuentra de pie con la rodilla parcialmente flexionada, el poplíteo se contrae para ayudar al ligamento cruzado posterior a evitar el desplazamiento anterior del fémur sobre la inclinada meseta tibial.

La **bolsa del poplíteo** (receso subpoplíteo) se sitúa en profundidad respecto al tendón del poplíteo (fig. 5-62). Cuando se está de pie con las rodillas bloqueadas en extensión completa, el poplíteo rota el fémur lateralmente 5° sobre la meseta tibial, y así libera a la rodilla de su posición de bloqueo para que pueda flexionarse. Cuando el pie no está en contacto con el suelo y la rodilla se encuentra en flexión, el poplíteo puede ayudar a los isquiotibiales mediales (los «semimúsculos») a rotar la tibia medialmente entre los cóndilos femorales.

Flexor largo del dedo gordo. El **flexor largo del dedo gordo** es un potente flexor de todas las articulaciones del dedo gordo. Mediante la flexión del dedo gordo, este músculo ejerce un impulso final en la fase de preoscilación (despegue del dedo gordo) del ciclo de la marcha, inmediatamente después de que el tríceps sural haya transmitido el impulso de la flexión plantar a la *bola del pie* (la prominencia de la planta situada entre las cabezas de los metatarsianos primero y segundo) (v. fig. 5-20E; tabla 5-2). Cuando se está descalzo, este impulso lo transmite el dedo gordo, pero cuando se llevan zapatos con suela se convierte en parte del impulso de flexión plantar transmitido por el antepié.

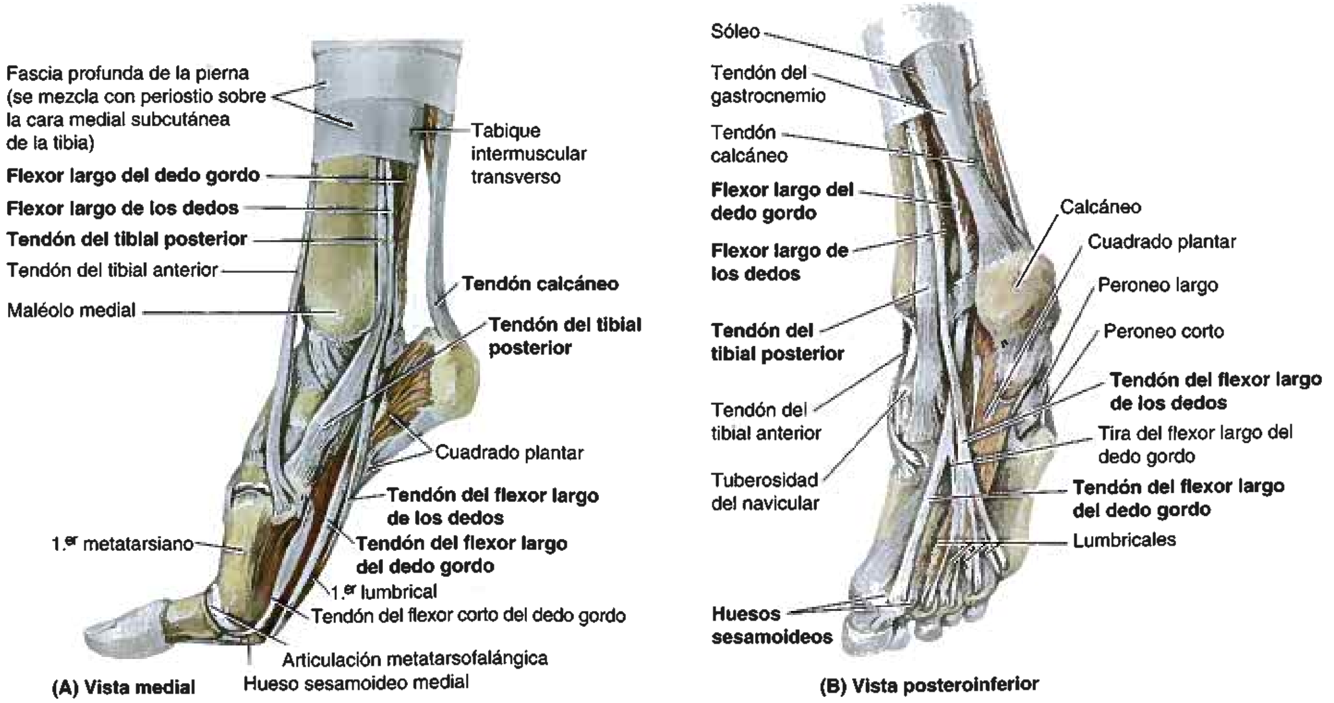
El tendón del flexor largo del dedo gordo pasa posteriormente al extremo distal de la tibia y ocupa un surco poco profundo de la superficie posterior del astrágalo, que se continúa con el surco de la superficie plantar del sustentáculo del astrágalo (figs. 5-60H a K, y 5-63A y B; tabla 5-13.II); a continuación, cruza en profundidad al tendón del flexor largo de los dedos en la planta del pie. En su trayecto hacia la falange distal del dedo gordo, el tendón del flexor largo del dedo gordo discurre entre dos *huesos sesamoideos* situados en los tendones del flexor corto del dedo gordo (fig. 5-63B), que lo protegen de la presión ejercida por la cabeza del primer metatarsiano.

Para explorar el flexor largo del dedo gordo, el sujeto debe flexionar la falange distal del dedo gordo contra resistencia. Con esta maniobra se puede ver y palpar el tendón en la cara plantar del dedo gordo cuando cruza las articulaciones de dicho dedo, siempre y cuando sea normal.

Flexor largo de los dedos. El **flexor largo de los dedos,** a pesar de flexionar cuatro dedos, es más pequeño que el flexor largo del dedo gordo (figs. 5-60G a K, 5-61B, y 5-63A y B; tabla 5-13.II). Discurre diagonalmente por la planta del pie, superficial respecto al tendón del flexor largo del dedo gordo. No obstante, su vector de tracción se realinea por la acción del *músculo cuadrado plantar*, que se inserta en la cara posterolateral de su tendón cuando éste se divide en cuatro tendones (figs. 5-60H y 5-63B), que a su vez se dirigen hacia las falanges distales de los cuatro dedos laterales.

Para explorar el flexor largo de los dedos, el sujeto debe flexionar las falanges distales de los cuatro dedos laterales contra resistencia. Con esta maniobra se pueden ver y palpar los tendones de los dedos, siempre y cuando sus acciones sean normales.

Tibial posterior. El **tibial posterior,** que es el músculo más profundo (más anterior) del compartimiento posterior, se sitúa entre el flexor largo de los dedos y el flexor largo del dedo gordo, en el mismo plano que la tibia y el peroné dentro del subcompartimiento profundo (figs. 5-60J y K, 5-61B y 5-63A y B; tabla 5-13.II). Distalmente, el tibial posterior se inserta principalmente en el hueso navicular (muy cerca del punto más elevado del arco longitudinal


Fascia profunda de la pierna (se mezcla con periostio sobre la cara medial subcutánea de la tibia)
Flexor largo del dedo gordo
Flexor largo de los dedos
Tendón del tibial posterior
Tendón del tibial anterior
Maléolo medial
Tabique intermuscular transverso
Tendón calcáneo
Tendón del tibial posterior
Cuadrado plantar
Tendón del flexor largo de los dedos
Tendón del flexor largo del dedo gordo
1.er metatarsiano
1.er lumbrical
Tendón del flexor corto del dedo gordo
Articulación metatarsofalángica
Hueso sesamoideo medial
Sóleo
Tendón del gastrocnemio
Tendón calcáneo
Flexor largo del dedo gordo
Flexor largo de los dedos
Tendón del tibial posterior
Tendón del tibial anterior
Tuberosidad del navicular
Huesos sesamoideos
Calcáneo
Cuadrado plantar
Peroneo largo
Peroneo corto
Tendón del flexor largo de los dedos
Tira del flexor largo del dedo gordo
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Lumbricales

(A) Vista medial

(B) Vista posteroinferior

FIGURA 5-63. Disección que muestra la continuación de los tendones de los flexores plantares. A. El pie está elevado como en la fase de despegue de la marcha, mostrando la posición de los tendones de los flexores plantares al atravesar el tobillo. Obsérvese cómo el hueso sesamoideo actúa como un «escabel» para el primer metatarsiano, dándole más altura y protegiendo el tendón del flexor largo del dedo gordo. **B.** Disposición de los tendones de los flexores plantares profundos en la planta del pie.

medial del pie), pero también se inserta en otros huesos del tarso y del metatarso.

Tradicionalmente se ha descrito al tibial posterior como un inversor del pie. Ciertamente, cuando el pie no se apoya en el suelo puede actuar sinérgicamente con el tibial anterior para invertir el pie, ya que sus funciones antagónicas se cancelan entre sí. No obstante, la función principal del tibial posterior consiste en sostener o mantener (fijar) el arco longitudinal medial cuando se transporta un peso; en consecuencia, el músculo se contrae estáticamente en toda la fase de apoyo de la marcha (v. fig. 5-20A a E; tabla 5-2; también fig. 5-103C y E). Esta acción es independiente de la del tibial anterior, ya que, una vez que el pie se encuentra plano sobre el suelo tras el golpe de talón, ese músculo se relaja durante la fase de apoyo (la flexión dorsal que tiene lugar cuando el cuerpo pasa por encima del pie apoyado es pasiva), a menos que un frenado requiera su contracción excéntrica.

Cuando se está de pie (especialmente sobre un solo pie), no obstante, ambos músculos pueden cooperar para deprimir la cara lateral del pie y tirar medialmente de la pierna si es necesario para contrarrestar la inclinación lateral y mantener el equilibrio.

Para explorar el tibial anterior, el sujeto debe invertir el pie contra resistencia mientras lo mantiene en una ligera flexión plantar. Con esta maniobra se puede ver y palpar el tendón por detrás del maléolo medial, siempre y cuando sea normal.

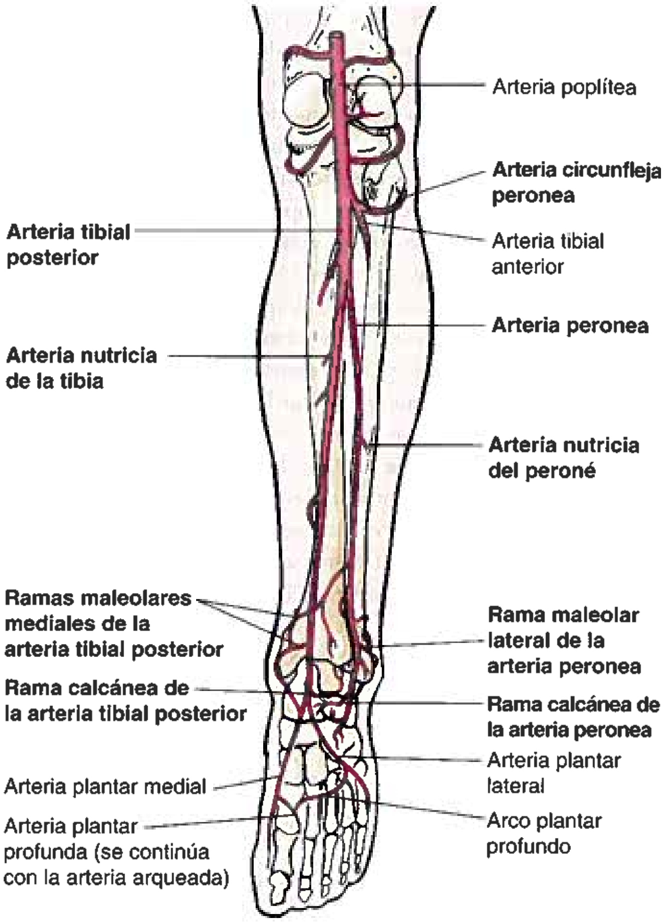
NERVIOS DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR

El *nervio tibial* (L4, L5 y S1-3) es el mayor de los dos ramos terminales del *nervio ciático* (fig. 5-57B; tabla 5-11). Discurre verticalmente a lo largo de la fosa poplítea, junto con la arteria poplítea, entre las cabezas del gastrocnemio; las dos estructuras pasan en profundidad al arco tendinoso del sóleo para abandonar la fosa (fig. 5-61B).

El nervio tibial inerva todos los músculos del compartimiento posterior de la pierna (figs. 5-53A y 5-61B; tabla 5-11). En el tobillo, el nervio se sitúa entre los tendones del flexor largo del dedo gordo y el flexor largo de los dedos. Posteroinferiormente respecto al maléolo medial, el nervio tibial se divide en los nervios plantares medial y lateral. Normalmente da origen a un ramo denominado *nervio cutáneo sural medial,* que se fusiona con el *ramo comunicante peroneo del nervio peroneo común* para formar el *nervio sural* (v. figs. 5-49B, 5-50 y 5-57). Este nervio inerva la piel de las porciones lateral y posterior del tercio inferior de la pierna y la cara lateral del pie. La articulación de la rodilla está inervada por ramos articulares del nervio tibial, y la piel del talón por los ramos calcáneos mediales.

ARTERIAS DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR

La **arteria tibial posterior** es la mayor y más directa rama terminal de la arteria poplítea, y la estructura que aporta irrigación al compartimiento posterior de la pierna y al pie (figs. 5-53A, 5-58, 5-61B y 5-64; tabla 5-12). Se inicia en el borde distal del poplíteo, cuando la arteria poplítea pasa en profundidad en relación con el arco tendinoso del sóleo y simultáneamente se bifurca en sus ramas terminales. Cerca de su nacimiento, la arteria tibial posterior da origen a su mayor rama, la *arteria peronea,* que discurre lateralmente y paralela a ella, también dentro del subcompartimiento profundo.


Arteria poplítea
Arteria circunfleja peronea
Arteria tibial posterior
Arteria tibial anterior
Arteria peronea
Arteria nutricia de la tibia
Arteria nutricia del peroné
Ramas maleolares mediales de la arteria tibial posterior
Rama maleolar lateral de la arteria peronea
Rama calcánea de la arteria tibial posterior
Rama calcánea de la arteria peronea
Arteria plantar medial
Arteria plantar lateral
Arteria plantar profunda (se continúa con la arteria arqueada)
Arco plantar profundo

Pista posterior con el pie en flexión plantar

FIGURA 5-64. **Arterias de la rodilla, la región posterior de la pierna y la planta del pie.**

Durante su descenso, la arteria tibial posterior va acompañada del nervio y las venas tibiales. La arteria circula posteriormente al maléolo medial, del cual está separada por los tendones del tibial posterior y el flexor largo de los dedos (fig. 5-61B). Inferiormente al maléolo medial, se sitúa entre los tendones del flexor largo del dedo gordo y el flexor largo de los dedos. En profundidad respecto al retináculo de los músculos flexores y el origen del abductor del dedo gordo, la arteria tibial posterior se divide en las *arterias plantares medial y lateral* (las arterias de la planta del pie).

La **arteria peronea,** que es la *rama mayor y más importante de la arteria tibial,* se origina inferiormente al borde distal del poplíteo y el arco tendinoso del sóleo (figs. 5-58A, 5-61B y 5-64; tabla 5-12). Desciende oblicuamente hacia el peroné y luego discurre a lo largo de su cara medial, normalmente en el interior del flexor largo del dedo gordo. La arteria aporta ramas musculares para el poplíteo y otros músculos de los compartimientos posterior y lateral de la pierna. También da origen a la **arteria nutricia del peroné** (fig. 5-64).

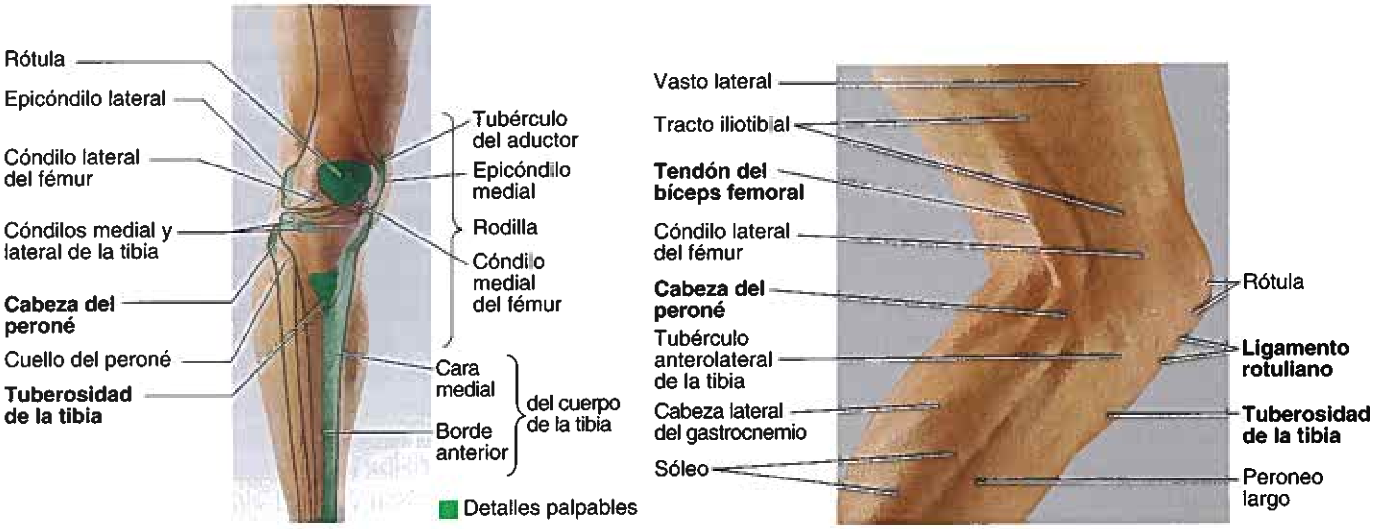
Distalmente, la arteria peronea da origen a una rama perforante y a las ramas terminales maleolar lateral y calcáneas laterales. La rama perforante atraviesa la *membrana interósea* y se dirige al dorso del pie, donde se anastomosa con la arteria arqueada. Las *ramas calcáneas laterales* irrigan el talón, y la *rama maleolar lateral* se une a otras ramas maleolares para formar la *red arterial articular del tobillo.*

La **arteria circunfleja peronea** se inicia en el origen de la arteria tibial anterior o posterior en la rodilla, y discurre lateralmente sobre el cuello del peroné hacia la red arterial articular de la rodilla.

La **arteria nutricia de la tibia,** que es la mayor arteria nutricia del cuerpo, se inicia en el origen de la arteria tibial anterior o posterior. Perfora el tibial posterior y le aporta algunas ramas, y entra por el agujero nutricio situado en el tercio proximal de la cara posterior de la tibia.

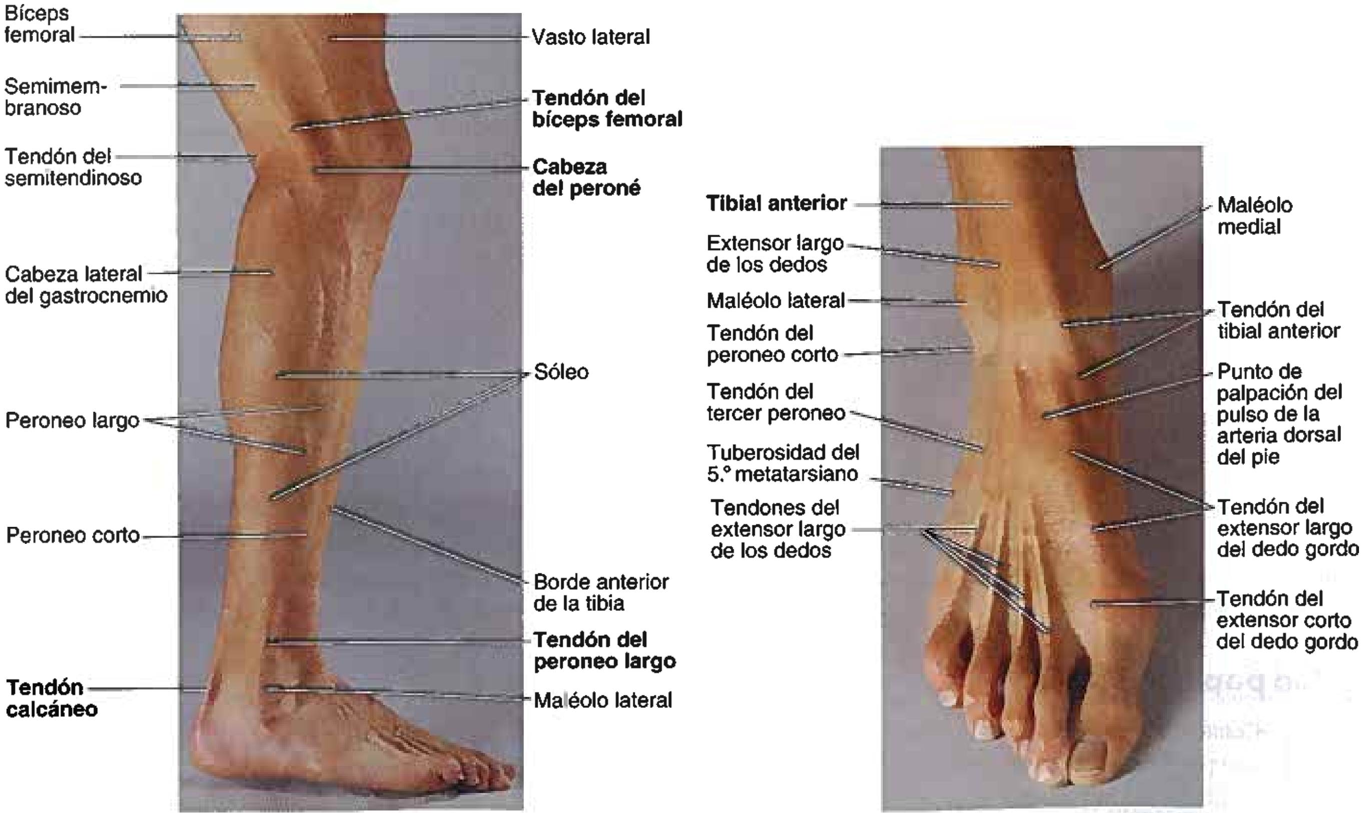
Anatomía de superficie de la pierna

La *tuberosidad de la tibia* es una elevación fácilmente palpable que se encuentra en la cara anterior de la parte proximal de la tibia, aproximadamente a 5 cm del vértice de la rótula en dirección distal (fig. 5-65A y B). La tuberosidad indica el nivel de la cabeza del peroné y la bifurcación de la arteria poplítea en las arterias tibiales anterior y posterior.


Rótula
Epicóndilo lateral
Cóndilo lateral del fémur
Cóndilos medial y lateral de la tibia
Cabeza del peroné
Cuello del peroné
Tuberosidad de la tibia
Tubérculo del aductor
Epicóndilo medial
Rodilla
Cóndilo medial del fémur
Cara medial
Borde anterior
del cuerpo de la tibia
🟩 Detalles palpables
Vasto lateral
Tracto iliotibial
Tendón del bíceps femoral
Cóndilo lateral del fémur
Cabeza del peroné
Tubérculo anterolateral de la tibia
Cabeza lateral del gastrocnemio
Sóleo
Rótula
Ligamento rotuliano
Tuberosidad de la tibia
Peroneo largo

(A) Vista anterior

(B) Vista lateral


Bíceps femoral
Semimembranoso
Tendón del semitendinoso
Cabeza lateral del gastrocnemio
Peroneo largo
Peroneo corto
Tendón calcáneo
Vasto lateral
Tendón del bíceps femoral
Cabeza del peroné
Sóleo
Borde anterior de la tibia
Tendón del peroneo largo
Maléolo lateral
Tibial anterior
Extensor largo de los dedos
Maléolo lateral
Tendón del peroneo corto
Tendón del tercer peroneo
Tuberosidad del 5.° metatarsiano
Tendones del extensor largo de los dedos
Maléolo medial
Tendón del tibial anterior
Punto de palpación del pulso de la arteria dorsal del pie
Tendón del extensor largo del dedo gordo
Tendón del extensor corto del dedo gordo

(C) Vista lateral

(D) Vista anterosuperior

FIGURA 5-65. Anatomía de superficie de la pierna. A. Bipedestación relajada. B y C. Rodilla en flexión soportando peso. D. Los extensores y los flexores de los dedos se contraen simultáneamente, mostrándose los tendones de los extensores sin elevación de los dedos con respecto al suelo.

El *ligamento rotuliano* se puede palpar en su trayecto desde el borde inferior del vértice de la rótula. Es más fácil de notar cuando la rodilla está extendida. Cuando se flexiona la rodilla en ángulo recto, se puede palpar una depresión a cada lado del ligamento rotuliano; en esas depresiones, la cavidad articular es superficial.

La *cabeza del peroné* es subcutánea y se puede palpar en la cara posterolateral de la rodilla, a la altura de la tuberosidad de la tibia. El *cuello del peroné* se puede palpar justo distal a la cabeza.

El *tendón del bíceps femoral* se puede identificar si se palpa su inserción distal en la cara lateral de la cabeza del peroné (fig. 5-65B y C). Este tendón y la cabeza y el cuello del peroné sirven de guía al examinador para identificar el *nervio peroneo común* (fig. 5-61A). La situación del nervio está indicada por una línea que recorre el tendón del bíceps femoral, posteriormente a la cabeza del peroné, y pasa alrededor de la cara lateral del cuello del peroné hasta su cara anterior, justo distal a la cabeza del peroné. En esta localización se le puede hacer rodar contra el cuello del peroné con las puntas de los dedos.

El *borde anterior de la tibia* es afilado, subcutáneo y fácil de seguir en dirección distal por palpación desde la tuberosidad de la tibia hasta el maléolo medial (fig. 5-65A a D). La *cara medial del cuerpo de la tibia* también es subcutánea, excepto en su extremo proximal. En su tercio inferior la cruza oblicuamente la vena safena mayor en su trayecto en dirección proximal hacia la cara medial de la rodilla.

El *tibial anterior* es superficial y, en consecuencia, fácil de palpar justo en situación lateral al borde anterior de la tibia. Cuando se invierte y flexiona dorsalmente el pie, se puede ver y palpar el gran *tendón del tibial anterior* en su trayecto en dirección distal y ligeramente medial sobre la cara anterior de la articulación talocrural y hasta el lado medial del pie (fig. 5-65D). Si se flexiona dorsalmente el primer dedo, se puede palpar el *tendón del extensor largo del dedo gordo* justo lateral al tendón del tibial anterior. También es posible visualizar el *tendón del extensor corto del dedo gordo*.

Si se flexionan dorsalmente los dedos, se pueden palpar los *tendones del extensor largo de los dedos* lateralmente a los del extensor largo del dedo gordo, y seguirlos hasta los cuatro dedos laterales. El *tendón del tercer peroneo* se puede palpar lateralmente a los tendones del extensor largo de los dedos, especialmente cuando el pie se encuentra en flexión dorsal y eversión.

El *cuerpo del peroné* es subcutáneo sólo en su parte distal, proximal al maléolo lateral; éste es el sitio por donde se suele fracturar. Los *maléolos medial* y *lateral* son subcutáneos y prominentes. Cuando se palpan, se observa que el vértice del maléolo lateral se extiende más distal y posterior que el maléolo medial.

El músculo *peroneo largo* es subcutáneo en todo su recorrido (fig. 5-65C). Cuando el pie se encuentra en eversión, los tendones de este músculo y del *peroneo corto* son palpables en su trayecto alrededor de la cara posterior del maléolo lateral. Es posible seguir anteriormente estos tendones a lo largo de la parte lateral del pie. El tendón del peroneo largo se extiende anteriormente más allá del hueso cuboides y luego desaparece cuando gira hacia la planta del pie. El *tendón del peroneo corto* se puede seguir hasta su inserción en la base del 5.º metatarsiano.

El *tendón calcáneo* es fácil de seguir hasta su inserción en la tuberosidad del calcáneo, que es la parte posterior del calcáneo. La articulación talocrural es bastante superficial en las depresiones situadas en cada lado del tendón calcáneo. Las *cabezas del gastrocnemio* son fáciles de reconocer en la parte superior de la pantorrilla (fig. 5-65B y C). El *sóleo* se puede palpar en profundidad y a los lados de la porción superior del tendón calcáneo. El *tríceps sural* (sóleo y gastrocnemio) es fácil de palpar cuando el individuo se encuentra de puntillas. La posición en cuclillas permite distinguir entre el sóleo y el gastrocnemio, ya que con la rodilla flexionada aproximadamente 90° el gastrocnemio se encuentra fláccido y es el sóleo el que mantiene la flexión plantar. Los músculos profundos del compartimiento posterior no son fáciles de palpar, pero sus tendones se pueden identificar justo posteriores al maléolo medial, en especial cuando el pie está invertido y los dedos están flexionados.

FOSA POPLÍTEA Y PIERNA

Abscesos y tumores poplíteos

La fascia poplítea es fuerte y por ello limita la expansión; en consecuencia, los abscesos o los tumores de la fosa poplítea suelen provocar un dolor intenso. Los *abscesos poplíteos* tienden a diseminarse superior e inferiormente debido a la rigidez de la fascia poplítea.

Pulso poplíteo

Como la arteria poplítea se sitúa en profundidad en la fosa poplítea, puede ser difícil palpar el *pulso poplíteo*. En general, la palpación de este pulso se lleva a cabo con la persona en posición de decúbito prono y con la pierna flexionada para relajar la fascia profunda y los isquiotibiales. Las pulsaciones se notan mejor en la parte inferior de la fosa, donde la arteria poplítea se relaciona con la tibia. La debilidad o ausencia del pulso poplíteo es signo de una posible obstrucción de la arteria femoral.

Hemorragias y aneurismas poplíteos

Un **aneurisma poplíteo** (dilatación anómala total o parcial de la arteria poplítea) suele provocar edema y dolor en la fosa poplítea. Los aneurismas poplíteos se pueden distinguir de otras masas por sus pulsaciones palpables (*frémitos*) y porque generan ruidos arteriales anómalos (*soplos*) que se pueden auscultar mediante un fonendoscopio. Como la arteria poplítea discurre en profundidad respecto al nervio tibial, un aneurisma que la afecte puede comprimir dicho nervio o los vasos que lo irrigan (*vasa nervorum*). Esta compresión nerviosa suele provocar dolor referido, en este caso en la piel que recubre la cara medial de la pantorrilla, el tobillo o el pie.

La arteria circula en estrecho contacto con la superficie poplítea del fémur y la cápsula articular, y por ello se puede romper y provocar una hemorragia en las fracturas de la parte distal del fémur y las luxaciones de la rodilla. Además, debido a su proximidad con la vena y al confinamiento de ambas en el interior de la fosa, una lesión que afecte a ambas estructuras puede provocar una **fístula arteriovenosa** (comunicación entre una arteria y una vena). Si no se reconocen estas situaciones y no se actúa inmediatamente, el paciente puede perder la pierna y el pie.

Si es necesario ligar la arteria femoral, la sangre puede sortear la oclusión a través de la red arterial articular de la rodilla y alcanzar la arteria poplítea distalmente a la ligadura (fig. 5-52).

Lesiones del nervio tibial

Las lesiones del nervio tibial son poco frecuentes debido a su situación profunda y protegida en la fosa poplítea; no obstante, el nervio se puede lesionar si se producen laceraciones profundas en la fosa. En las *luxaciones posteriores de la articulación de la rodilla* también se puede lesionar el nervio tibial. La *sección del nervio tibial* provoca parálisis de los músculos flexores de la pierna y de los músculos intrínsecos de la planta del pie. Las personas que sufren una lesión del nervio tibial son incapaces de flexionar plantarmente el tobillo ni de flexionar los dedos del pie. También aparece pérdida de sensibilidad en la planta del pie.

Contención y diseminación de las infecciones compartimentales en la pierna

Los compartimientos fasciales de los miembros inferiores suelen ser espacios cerrados que terminan proximal y distalmente en una articulación. Debido a la resistencia de las estructuras que limitan los compartimientos de la pierna (tabiques y fascia profunda de la pierna), el aumento de volumen secundario a la presencia de una infección con *supuración* (formación de pus) provoca un aumento de la presión dentro del compartimiento. Las inflamaciones que afectan a los compartimientos anterior y posterior de la pierna se diseminan principalmente en dirección distal; sin embargo, una infección purulenta (formadora de pus) localizada en el compartimiento lateral de la pierna puede ascender proximalmente hasta alcanzar la fosa poplítea, probablemente siguiendo el trayecto del nervio peroneo. Para liberar la presión de los compartimientos implicados puede ser necesaria la práctica de una fasciotomía y el desbridamiento (eliminación mediante raspado) de los focos infecciosos.

Distensión del tibial anterior (síndrome de estrés de la tibia)

El **síndrome de estrés de la tibia,** caracterizado por edema y dolor en el área de los dos tercios distales de la tibia, se debe a microtraumatismos repetidos sobre el tibial anterior que provocan pequeños desgarros en el periostio que recubre el cuerpo de la tibia y/o en las inserciones carnosas en la fascia profunda de la pierna que lo recubre. El síndrome de estrés de la tibia es una forma leve de síndrome compartimental anterior.

En general, el síndrome de estrés de la tibia se produce como consecuencia de lesiones por traumatismos o sobreesfuerzos deportivos de los músculos del compartimiento anterior, en especial del tibial anterior, por parte de personas no entrenadas. Con frecuencia afecta a personas sedentarias que participan en largas caminatas.

El síndrome de estrés de la tibia también aparece en corredores entrenados que no llevan a cabo un calentamiento y un enfriamiento adecuados. Los músculos del compartimiento anterior se hinchan debido a un uso súbito y excesivo, y a causa del edema y la inflamación del músculo y el tendón disminuye el flujo sanguíneo muscular. Cuando se hinchan, los músculos están doloridos e hipersensibles a la palpación.

Músculos peroneos y evolución del pie humano

Mientras que los antropoides (primates superiores) tienen los pies en inversión para poder caminar sobre su borde externo, los pies de los seres humanos están relativamente evertidos (pronados), de manera que el contacto de las plantas con el suelo es más completo. Esta pronación es resultado, por lo menos en parte, de la migración medial de la inserción distal del peroneo largo en la planta del pie, y de la aparición de un tercer peroneo que se inserta en la base del 5.º metatarsiano. Estas características son exclusivas del pie humano.

Lesión del nervio peroneo común y pie caído

Debido a su situación superficial (principalmente por su enrollamiento subcutáneo alrededor del cuello del peroné, que lo hace vulnerable a los traumatismos directos), *el peroneo común es el nervio del miembro inferior que se lesiona con mayor frecuencia.* Este nervio también se puede seccionar cuando se fractura el cuello del peroné, y puede distenderse gravemente cuando se luxa o se lesiona la rodilla.

La *sección del nervio peroneo común* provoca una parálisis flácida de todos los músculos de los compartimientos anterior y lateral de la pierna (flexores dorsales del tobillo y eversores del pie). La pérdida de la flexión dorsal provoca un **pie caído,** que se exacerba aún más porque éste se invierte sin oposición. Como consecuencia, el miembro se vuelve «demasiado largo»: los dedos no se despegan del suelo en la fase de oscilación de la marcha (fig. C5-20A).

Existen otras situaciones patológicas en las cuales el miembro inferior es «demasiado largo» funcionalmente, por ejemplo la inclinación pélvica (fig. C5-18C) y la parálisis espástica o la contractura del sóleo. Hay como mínimo tres mecanismos para compensar este problema:

1. *Marcha anserina,* en la que el individuo se inclina hacia el lado opuesto al miembro elongado, elevando la cadera (fig. C5-20B).
2. *Marcha en guadaña* o *del segador,* en la que se mueve lateralmente (se abduce) el miembro elongado para que los dedos del pie puedan separarse del suelo (fig. C5-20C).
3. *Marcha equina,* en la que la cadera y la rodilla se flexionan más de lo normal con el objeto de elevar el pie a la altura necesaria para evitar el choque de los dedos con el suelo (fig. C5-20D).

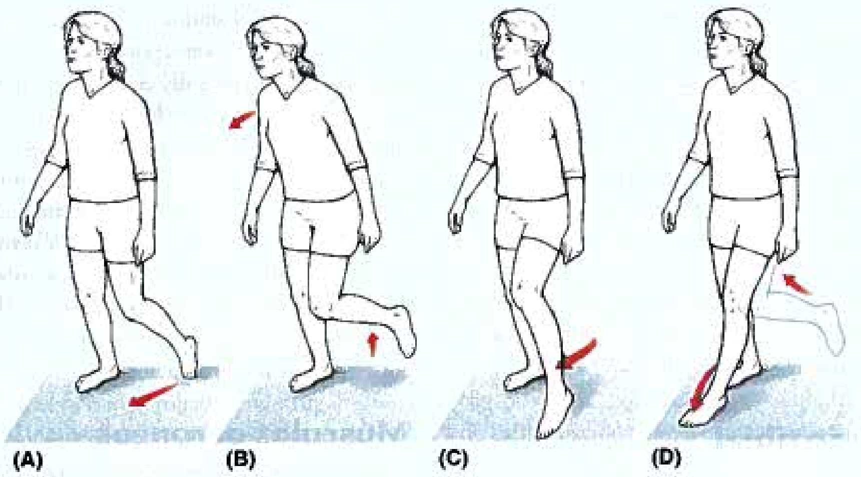


FIGURA C5-20.

La caída del pie dificulta el golpe de talón inicial en la marcha normal, y por ello se utiliza con frecuencia la marcha equina cuando existe una parálisis fláccida. En ocasiones se añade una «patada» adicional cuando el miembro libre se balancea adelante, para así girar el antepié hacia arriba justo antes de bajar el pie.

En la parálisis fláccida que provoca un pie caído también se suele perder la acción de frenado que normalmente genera la contracción excéntrica de los flexores dorsales. En consecuencia, el pie no desciende hacia el suelo de forma controlada tras el golpe de talón, sino que da un golpe seco en el suelo que provoca un *clop* característico y aumenta de forma importante el impacto recibido por el antepié y transmitido hacia la tibia por la articulación talocrural. Los individuos afectados por una lesión del nervio peroneo común también pueden presentar una pérdida variable de sensibilidad en la cara anterolateral de la pierna y el dorso del pie.

Atrapamiento del nervio peroneo profundo

El uso excesivo de los músculos inervados por el nervio peroneo profundo (p. ej., en el esquí, la carrera o el baile) puede producir lesiones musculares y edema en el compartimiento anterior. Este atrapamiento puede provocar compresión del nervio peroneo profundo y dolor en el compartimiento anterior.

Por ejemplo, si se utilizan botas de esquí muy ceñidas, puede haber compresión del nervio cuando éste pasa en profundidad respecto al retináculo inferior de los músculos extensores y el extensor corto del dedo gordo (fig. 5-54A). Se nota dolor en el dorso del pie, que normalmente irradia a la membrana interdigital situada entre los dedos 1.° y 2.°. Las botas de esquí son una causa frecuente de este tipo de atrapamiento nervioso, y por ello se le conoce como «síndrome de la bota de esquí»; no obstante, también afecta a futbolistas y corredores, y asimismo puede ser consecuencia del uso de zapatos ajustados.

Atrapamiento del nervio peroneo superficial

Los *esguinces crónicos de tobillo* pueden provocar elongaciones recurrentes del nervio peroneo superficial, que a su vez pueden ocasionar dolor a lo largo de la cara lateral de la pierna y el dorso del tobillo y el pie. La persona afectada también puede presentar insensibilidad y *parestesias* (cosquilleos u hormigueos), que aumentan con la actividad.

Sesamoideo en el gastrocnemio

Cerca de su inserción proximal, la cabeza lateral del gastrocnemio contiene un hueso sesamoideo denominado *fabela,* que se articula con el cóndilo lateral del fémur y es visible en las radiografías laterales de la rodilla en un 3 % a 5 % de las personas (fig. C5-21).

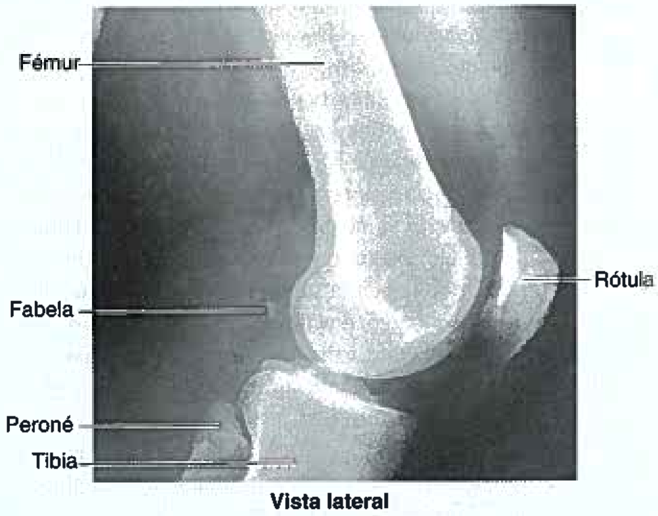


FIGURA C5-21.

Tendinitis calcánea

La inflamación del tendón calcáneo supone un 9 % a 18 % de las lesiones que afectan a los corredores. La aparición de desgarros microscópicos de las fibras de colágeno en el tendón, en particular justo por encima de su inserción en el calcáneo, provoca una *tendinitis* que cursa con dolor al caminar, especialmente cuando se llevan zapatos de suela rígida. La tendinitis calcánea aparece con frecuencia cuando se llevan a cabo actividades repetitivas, especialmente en individuos que empiezan a correr después de un período prolongado de inactividad o aumentan de forma súbita la intensidad de su entrenamiento, pero también puede ser consecuencia del uso de un calzado inadecuado o del entrenamiento en superficies en mal estado.

Rotura del tendón calcáneo

Las roturas del tendón calcáneo normalmente afectan a personas poco entrenadas y con antecedentes de *tendinitis calcánea*. Cuando se produce una lesión de este tipo se nota un característico chasquido audible al llevar a cabo un despegue forzado (flexión plantar con la articulación de la rodilla extendida), que se sigue de un dolor agudo en la pantorrilla y una flexión dorsal súbita del pie flexionado plantarmente. Si la rotura del tendón es completa, se puede palpar una discontinuidad del tendón normalmente a 1-5 cm de su inserción en el calcáneo en dirección proximal. Los músculos afectados son el gastrocnemio, el sóleo y el plantar.

La *rotura del tendón calcáneo* probablemente sea la lesión muscular aguda más grave que puede afectar a la pierna. Los individuos con esta lesión no pueden llevar a cabo la flexión plantar contra resistencia (no pueden levantar el talón del suelo ni equilibrarse sobre el lado afectado), y la flexión dorsal pasiva (que normalmente está limitada a 20° desde la posición neutra) es excesiva.

La deambulación sólo es posible si el miembro rota externamente y se gira sobre el pie colocado transversalmente durante la fase de apoyo sin realizar el despegue. Aparece un morado en la región maleolar y en general se forma una prominencia en la pantorrilla debido al acortamiento del tríceps sural. En personas de edad avanzada o que no practican ningún deporte suele bastar una reparación no quirúrgica, pero normalmente se aconseja la cirugía en aquellas que tienen un estilo de vida activo.

Reflejo aquíleo

El **reflejo aquíleo** o del tríceps sural es un reflejo miotático del tendón calcáneo. Para inducirlo, se debe dar un golpe seco con un martillo de reflejos en el tendón calcáneo, justo por encima de su inserción en el calcáneo, mientras el sujeto se encuentra sentado en la camilla y con las piernas colgando (fig. C5-22). El resultado normal es la flexión plantar de la articulación talocrural. *El reflejo aquíleo explora las raíces nerviosas de S1 y S2*. Si la raíz de S1 está lesionada o comprimida, el reflejo aquíleo está prácticamente ausente.

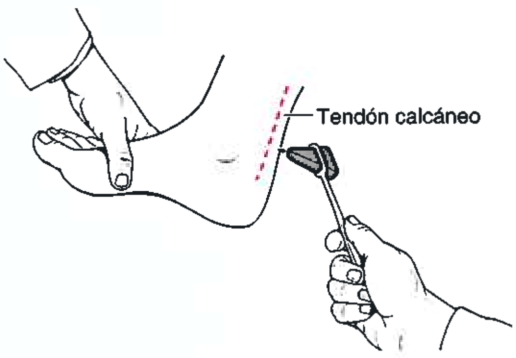


FIGURA C5-22.

Ausencia de flexión plantar

Si los músculos de la pantorrilla están paralizados, el tendón calcáneo está roto o el despegue normal es doloroso, aún se puede conseguir un despegue plantar (sobre el mediopié), aunque mucho menos eficaz y operativo, mediante la extensión del muslo en la articulación de la cadera por parte del glúteo mayor y los isquiotibiales, y la extensión de la rodilla por parte del cuádriceps. Como no es posible el despegue sobre el antepié (de hecho, la articulación talocrural se flexiona dorsalmente de forma pasiva cuando el peso del cuerpo pasa a situarse por delante del pie), las personas que intentan caminar en ausencia de flexión plantar suelen rotar externamente el pie tanto como pueden durante la fase de apoyo para neutralizar la flexión dorsal pasiva y conseguir un despegue más eficaz mediante la extensión de la cadera y la rodilla ejercida sobre el mediopié.

Distensión del gastrocnemio

La *distensión del gastrocnemio* (pierna de tenista) es una lesión aguda dolorosa debida a la rotura parcial de la cabeza medial del gastrocnemio en su unión musculotendinosa o cerca de ella; con frecuencia se observa en individuos de más de 40 años de edad. Su causa es el sobreestiramiento del músculo provocado por la extensión completa concomitante de la rodilla y la flexión dorsal de la articulación talocrural. Normalmente aparece de forma abrupta un dolor lancinante, seguido de edema y espasmo del gastrocnemio.

Bursitis calcánea

La *bursitis calcánea* (bursitis retroaquílea) es la *inflamación de la bolsa profunda del tendón calcáneo*, localizada entre éste y la parte superior de la cara posterior del calcáneo (fig. C5-23). La bursitis calcánea provoca dolor por detrás del talón y aparece con mayor frecuencia en las carreras de larga distancia y en la práctica del baloncesto y del tenis. Se debe a una fricción excesiva de la bolsa a causa del deslizamiento continuo del tendón sobre ella.

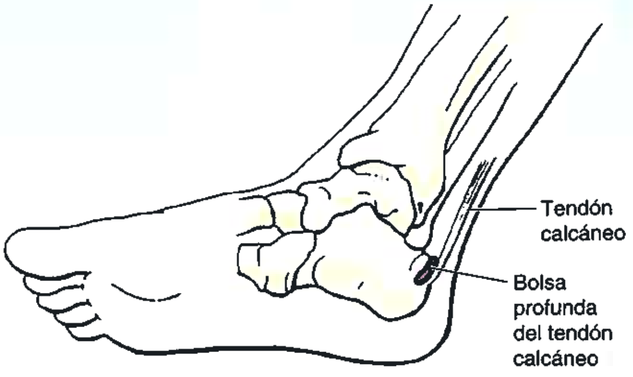


FIGURA C5-23.

Retorno venoso de la pierna

En el retorno venoso de la sangre procedente de la pierna está implicado un plexo venoso situado en profundidad al tríceps sural. Cuando una persona está de pie, el retorno venoso de la pierna depende en gran medida de la actividad muscular del tríceps sural (v. «Drenaje venoso del miembro inferior», p. 532). La contracción de los músculos de la pantorrilla bombea la sangre hacia las venas profundas situadas superiormente. La eficiencia de la bomba de la pantorrilla está potenciada por la fascia profunda que reviste los músculos como si fuera una media elástica.

Sóleo accesorio

En aproximadamente un 3 % de las personas está presente un músculo sóleo accesorio (fig. C5-24), que normalmente se observa como un vientre distal situado medial al tendón calcáneo. Clínicamente, un músculo sóleo accesorio puede provocar dolor y edema durante el ejercicio prolongado.

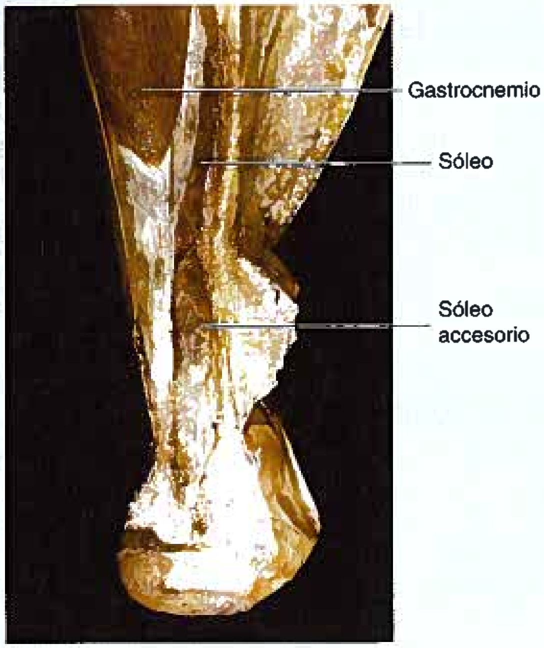


FIGURA C5-24.

Pulso tibial posterior

Normalmente es posible palpar el pulso de la arteria tibial posterior entre la cara posterior del maléolo medial y el borde medial del tendón calcáneo (fig. C5-25). Como la arteria tibial posterior pasa en profundidad respecto al retináculo de los músculos flexores, es importante que el sujeto invierta el pie para relajar el retináculo cuando se intenta localizar el pulso, ya que si no lo hace se podría llegar a la conclusión errónea de que el pulso está ausente.

Se deben examinar simultáneamente las arterias de ambos lados para determinar si sus pulsos son simétricos. La palpación de los pulsos tibiales posteriores es esencial en los pacientes que presentan una *arteriopatía periférica obstructiva.* Aunque los pulsos tibiales posteriores están ausentes en aproximadamente un 15 % de las personas jóvenes normales, su ausencia en las mayores de 60 años es un signo de arteriopatía periférica obstructiva. Por ejemplo, la *claudicación intermitente,* que cursa con dolor y calambres en las piernas, aparece cuando se camina y desaparece al descansar. Estos cuadros se deben a una isquemia de los músculos de la pierna provocada por el estrechamiento o la obstrucción de las arterias que los irrigan.

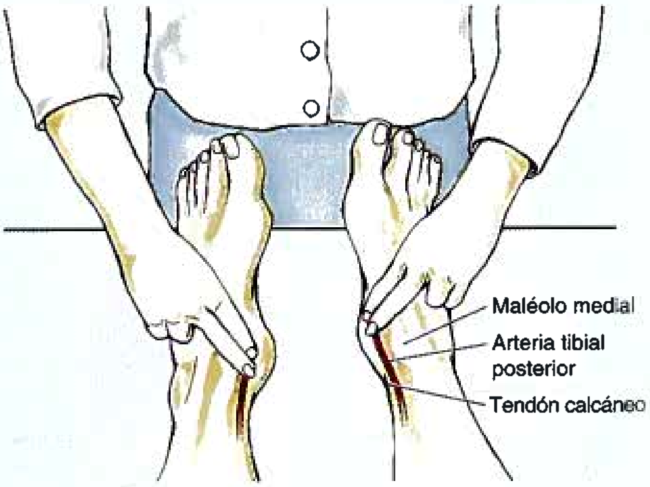


FIGURA C5-25.

Puntos fundamentales

FOSA POPLÍTEA Y PIERNA

Fosa poplítea. La fosa poplítea es un compartimiento de la cara posterior de la rodilla relleno de tejido adiposo y relativamente confinado, por el cual pasan todas las estructuras vasculonerviosas que se dirigen desde el muslo hacia la pierna. ♦ El nervio ciático se bifurca en el vértice de la fosa, y el nervio peroneo común discurre lateralmente a lo largo del tendón del bíceps femoral. ♦ El nervio tibial, la vena poplítea y la arteria poplítea —en este orden, desde la cara superficial (posterior) hasta la profunda (anterior)— dividen la fosa en dos mitades. ♦ Las ramas para la rodilla de la arteria poplítea forman una red arterial articular de la rodilla que rodea la articulación y proporciona circulación colateral para mantener el flujo de sangre en todas las posiciones de la rodilla.

Compartimiento anterior de la pierna. El compartimiento anterior está confinado por huesos y membranas (estructuras por lo general rígidas), y por ello es propenso a los síndromes compartimentales. ♦ Contiene músculos flexores dorsales del tobillo y extensores del dedo gordo que actúan en la marcha cuando: *1)* se contraen concéntricamente para elevar el antepié y separarlo del suelo durante la fase de oscilación del ciclo de la marcha, y *2)* se contraen excéntricamente para bajar el antepié hacia el suelo tras el golpe de talón de la fase de apoyo. ♦ El nervio peroneo profundo y la arteria tibial anterior discurren por dentro del compartimiento anterior y le proporcionan inervación e irrigación, respectivamente. ♦ Las lesiones de los nervios peroneos común o profundo provocan un **pie caído.**

Compartimiento lateral de la pierna. El pequeño compartimiento lateral contiene los principales eversores del pie y el nervio peroneo superficial que los inerva. ♦ Por dentro de este compartimiento no pasa ninguna arteria, y por ello su irrigación (y su drenaje venoso) depende de ramas perforantes de las arterias tibial anterior y peronea (y de sus venas satélite) que atraviesan el tabique intermuscular. ♦ La eversión se utiliza para sostener/deprimir la parte medial del pie durante las fases de despegue de los dedos y de apoyo, y para resistir inversiones inadvertidas (y, en consecuencia, para evitar lesiones).

Compartimiento posterior de la pierna. El tabique intermuscular subdivide al compartimiento posterior o flexor en un subcompartimiento superficial y uno profundo. ♦ En el subcompartimiento superficial, los músculos gastrocnemio y sóleo (tríceps sural) comparten un tendón común (el tendón calcáneo, que es el más resistente del organismo). ♦ El tríceps sural proporciona la potencia de flexión plantar que propulsa el cuerpo durante la marcha, y desempeña un papel fundamental en la carrera y en el salto a través del despegue. ♦ Los músculos profundos del compartimiento posterior aumentan la acción flexora plantar porque flexionan los dedos y sostienen los arcos longitudinales del pie. ♦ El contenido del compartimiento posterior está inervado por el nervio tibial e irrigado por dos arterias: la arteria tibial posterior (medial) y la arteria peronea. ♦ Estas tres estructuras (el nervio tibial y las dos arterias) discurren en el interior del confinado subcompartimiento profundo, y por ello las situaciones en que aumenta el volumen de este último pueden tener consecuencias graves para todo el compartimiento posterior, el compartimiento lateral distal, y el pie.

PIE

La relevancia clínica del *pie* se pone de manifiesto por la gran cantidad de tiempo que los médicos de atención primaria dedican a sus problemas. La *podología* es la especialidad dedicada al estudio y los cuidados del pie.

El *tobillo* o región talocrural está formado por la porción más estrecha de la pierna distal y la región maleolar, se localiza proximalmente al dorso del pie y al talón, y contiene la articulación talocrural. El pie, situado distalmente al tobillo, proporciona una plataforma de apoyo para el cuerpo cuando se está en bipedestación y desempeña una función importante en la locomoción.

El *esqueleto del pie* consta de 7 *huesos del tarso*, 5 *metatarsianos* y 14 *falanges* (fig. 5-66). El pie y sus huesos se pueden distribuir en tres regiones anatómicas y funcionales (fig. 5-11C):

- **Retropié:** astrágalo y calcáneo.
- **Mediopié:** navicular, cuboides y cuneiformes.
- **Antepié:** metatarsianos y falanges.

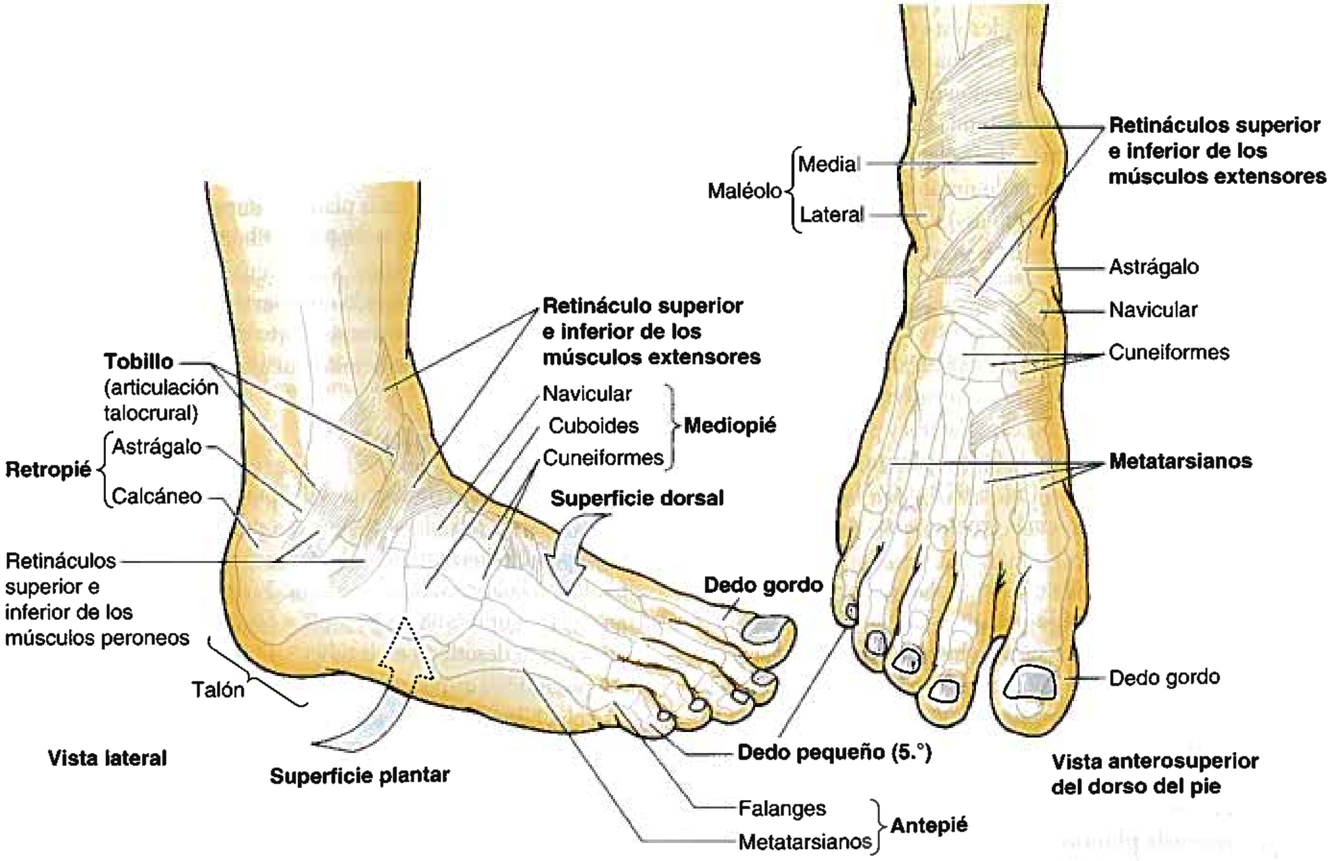

Tobillo (articulación talocrural)
Retropié
Astrágalo
Calcáneo
Retináculos superior e inferior de los músculos peroneos
Talón
Vista lateral
Retináculo superior e inferior de los músculos extensores
Navicular
Cuboides
Cuneiformes
Mediopié
Superficie dorsal
Dedo gordo
Superficie plantar
Dedo pequeño (5.°)
Falanges
Metatarsianos
Antepié
Maléolo
Medial
Lateral
Retináculos superior e inferior de los músculos extensores
Astrágalo
Navicular
Cuneiformes
Metatarsianos
Dedo gordo
Vista anterosuperior del dorso del pie

FIGURA 5-66. Superficies, partes, huesos y retináculos del tobillo y del pie. Se muestra la disposición de los huesos del pie y los retináculos superior e inferior de los músculos extensores respecto a los detalles de referencia superficiales.

La parte/región del pie que está en contacto con el suelo es la **planta** o *región plantar.* La parte situada superiormente es el *dorso del pie* o **región dorsal del pie.** La parte de la planta situada por debajo del calcáneo es el *talón* o **región del talón,** y la parte de la planta situada por debajo de las cabezas de los dos metatarsianos mediales es la **bola del pie.** El **dedo gordo del pie** (en latín, *hallux*) se denomina también **primer dedo del pie,** y el **dedo pequeño del pie** se conoce también como **5.º dedo del pie.**

Piel y fascias del pie

Existen grandes variaciones en el grosor (la resistencia) y la textura de la piel, del tejido subcutáneo (fascia superficial) y de la fascia profunda, en relación con el transporte y la distribución del peso, el contacto con el pie (prensión, abrasión) y la necesidad de contención o compartimentación.

PIEL Y TEJIDO SUBCUTÁNEO

La *piel del dorso del pie* es mucho más delgada y menos sensible que la de la mayor parte de la planta. El *tejido subcutáneo* situado por debajo de la piel dorsal es laxo; en consecuencia, los *edemas* (del griego *oidema,* hinchazón) son más importantes en esta localización, en especial anteriormente y alrededor del maléolo medial. La piel que recubre la mayor parte de las áreas de la planta sometidas a carga de peso (el talón, el borde lateral y la bola del pie) es gruesa. El tejido subcutáneo de la planta es más fibroso que el de las otras áreas del pie.

Unos tabiques fibrosos, retináculos de la piel (*ligamentos cutáneos* altamente desarrollados), dividen este tejido en áreas rellenas de tejido adiposo y lo convierten en una almohadilla absorbente de impactos, especialmente en la región del talón. Los retináculos también anclan la piel a la fascia profunda subyacente (aponeurosis plantar) para mejorar el «agarre» de la planta. La piel de la planta carece de pelos, pero está dotada de numerosas glándulas sudoríparas; toda ella es sensible («cosquillas»), especialmente en el área que recubre el arco del pie, donde es más delgada.

FASCIA PROFUNDA DEL PIE

La *fascia profunda del dorso del pie* es delgada allí donde se continúa proximalmente con el *retináculo inferior de los músculos extensores* (fig. 5-67A). Sobre las caras lateral y posterior del pie, la fascia profunda se continúa con la **fascia plantar,** que es la fascia profunda de la planta del pie (fig. 5-67B y C). La fascia plantar consta de una porción central más gruesa y unas porciones medial y lateral más delgadas.

La porción gruesa central de la fascia plantar forma la resistente *aponeurosis plantar,* una serie de haces longitudinales de tejido conectivo fibroso denso que recubren los músculos centrales de la planta del pie. Recuerda a la aponeurosis palmar de la mano, pero es más resistente, gruesa y alargada.

La fascia plantar mantiene unidas las diversas partes del pie, protege la planta contra lesiones y ayuda a mantener los arcos longitudinales del pie.

La **aponeurosis plantar** se origina posteriormente en el calcáneo y actúa como ligamento superficial. Distalmente, los haces longitudinales de fibras de colágeno de la aponeurosis se dividen en cinco bandas que se continúan con las **vainas fibrosas de los dedos,** que rodean a los tendones de los flexores cuando se dirigen hacia los dedos. En el extremo anterior de la planta del pie, inferiormente a las cabezas de los metatarsianos, la aponeurosis se refuerza mediante fibras transversales que forman el **ligamento metatarsiano transverso superficial.**

En el mediopié y el antepié, unos *tabiques intermusculares* verticales se extienden en profundidad (superiormente) desde los márgenes de la aponeurosis plantar hacia los metatarsianos 1.º y 5.º, para formar los tres *compartimientos de la planta del pie* (fig. 5-67C):

1. El **compartimiento medial de la planta del pie** está recubierto superficialmente por la delgada *fascia plantar medial.* Contiene el abductor del dedo gordo, el flexor corto del dedo gordo, el tendón del flexor largo del dedo gordo, y el nervio y los vasos plantares mediales.
2. El **compartimiento central de la planta del pie** está recubierto superficialmente por la densa *aponeurosis plantar.* Contiene el flexor corto de los dedos, los tendones del flexor largo del dedo gordo y el flexor largo de los dedos más los músculos asociados a este último, el cuadrado plantar y los lumbricales, y el aductor del dedo gordo. También se localizan aquí el nervio y los vasos laterales plantares.
3. El **compartimiento lateral de la planta del pie** está recubierto superficialmente por la delgada *fascia plantar lateral* y contiene el abductor y el flexor corto del dedo pequeño.

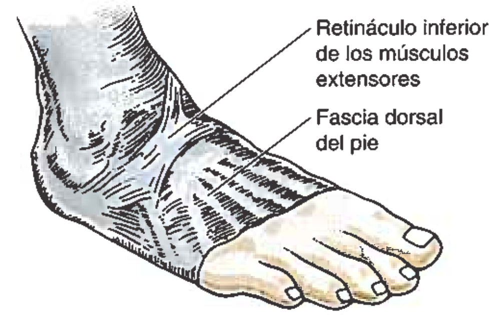
Sólo en el antepié hay un cuarto compartimiento, denominado **compartimiento interóseo del pie,** que está rodeado por las fascias interóseas plantar y dorsal. Contiene los metatarsianos, los músculos interóseos dorsales y plantares, y los vasos plantares profundos y metatarsianos. Mientras que la localización de los interóseos plantares y de los vasos metatarsianos plantares es claramente plantar, la del resto de las estructuras del compartimiento es intermedia entre las caras plantar y dorsal del pie.

Entre la fascia dorsal del pie y los huesos del tarso y la fascia interósea dorsal del mediopié y el antepié se encuentra un quinto compartimiento, denominado **compartimiento dorsal del pie.** Contiene los músculos (extensor corto del dedo gordo y extensor corto de los dedos) y las estructuras vasculonerviosas del dorso del pie.

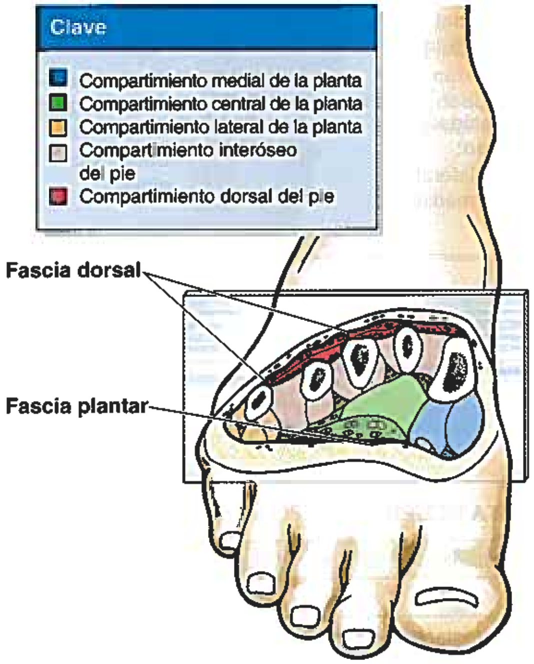
Músculos del pie

De los 20 músculos individuales del pie, 14 se localizan en la cara plantar, 2 en la dorsal y 4 tienen una posición intermedia. Desde la cara plantar, los músculos plantares se disponen en cuatro capas situadas en cuatro compartimientos. Los músculos del pie se ilustran en las figuras 5-68A a J y 5-69, y sus inserciones, inervaciones, y acciones se describen en la tabla 5-14.

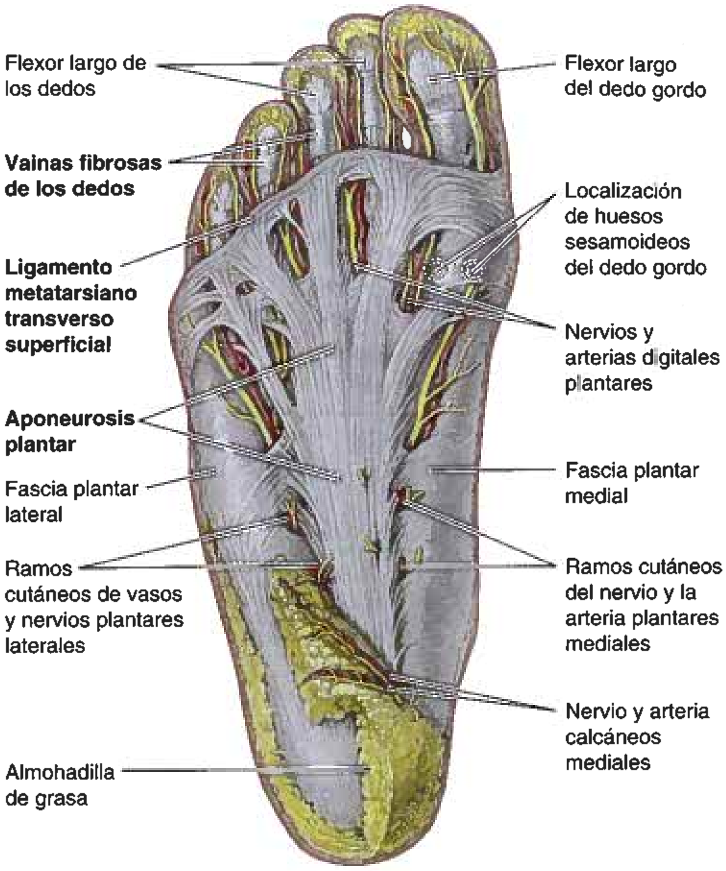
A pesar de su disposición compartimentada y en capas, los músculos plantares funcionan principalmente como un grupo que sostiene los arcos del pie durante la fase de apoyo en la bipedestación (v. fig. 5-20B a E; tabla 5-2). Básicamente se oponen a las fuerzas que tienden a reducir el arco longitudinal cuando el talón (extremo posterior del arco) recibe peso y luego lo transmite a la bola del pie y el dedo gordo (extremo anterior del arco).


Retináculo inferior de los músculos extensores
Fascia dorsal del pie

(A) Fascias del dorso del pie (vista anterolateral)


Clave
🟦 Compartimiento medial de la planta
🟩 Compartimiento central de la planta
🟨 Compartimiento lateral de la planta
⬜ Compartimiento interóseo del pie
🟥 Compartimiento dorsal del pie
Fascia dorsal
Fascia plantar

(C) Sección transversal de los compartimientos del pie (vista anterior)


Flexor largo de los dedos
Vainas fibrosas de los dedos
Ligamento metatarsiano transverso superficial
Aponeurosis plantar
Fascia plantar lateral
Ramos cutáneos de vasos y nervios plantares laterales
Almohadilla de grasa
Flexor largo del dedo gordo
Localización de huesos sesamoideos del dedo gordo
Nervios y arterias digitales plantares
Fascia plantar medial
Ramos cutáneos del nervio y la arteria plantares mediales
Nervio y arteria calcáneos mediales

(B) Planta del pie (cara plantar) (vista inferior)

FIGURA 5-67. Fascias y compartimientos del pie. A. Se ha retirado la piel y el tejido subcutáneo para mostrar las fascias profundas de la pierna y el dorso del pie. **B.** La fascia plantar profunda está formada por la gruesa aponeurosis plantar y por la fascia plantar medial y lateral, más delgada. Se han retirado las partes más delgadas de la fascia plantar, y se muestran los vasos y nervios digitales plantares. **C.** Los huesos y músculos del pie están rodeados por las fascias plantar y dorsal profunda. Los tabiques intermusculares que se extienden profundamente desde la aponeurosis plantar crean un gran compartimiento central y unos compartimientos lateral y medial más pequeños en la planta.

Los músculos son más activos en la última etapa del movimiento para estabilizar el pie de cara a la propulsión (despegue), momento en que las fuerzas también tienden a aplanar el arco transverso del pie. A la vez, también son capaces de ajustar las acciones de los músculos largos mediante movimientos de supinación y pronación que permiten que la plataforma del pie se adapte a terrenos irregulares.

Los músculos del pie tienen escasa relevancia individualmente, ya que la mayoría de las personas no necesitan controlar con precisión los movimientos de los dedos del pie. Más que en la producción efectiva de movimientos, son activos sobre todo en la fijación del pie frente al aumento de la presión aplicada contra el suelo por los diferentes puntos de la planta o de los dedos para mantener el equilibrio.

Aunque el aductor del dedo gordo recuerda a un músculo similar de la palma de la mano que aduce el pulgar, a pesar de su nombre probablemente es más activo durante la fase de despegue de la bipedestación, ya que tira de los cuatro metatarsianos laterales hacia el dedo gordo, fija el arco transverso del pie y opone resistencia a las fuerzas que separarían las cabezas de los metatarsianos cuando se aplica peso y fuerza contra el pie desnudo (tabla 5-2).

En la tabla 5-14 se indica que:

- Los interóseos plantares aducen y se originan de un único metatarsiano como músculos unipenniformes.
- Los interóseos dorsales abducen y se originan de dos metatarsianos como músculos bipenniformes.

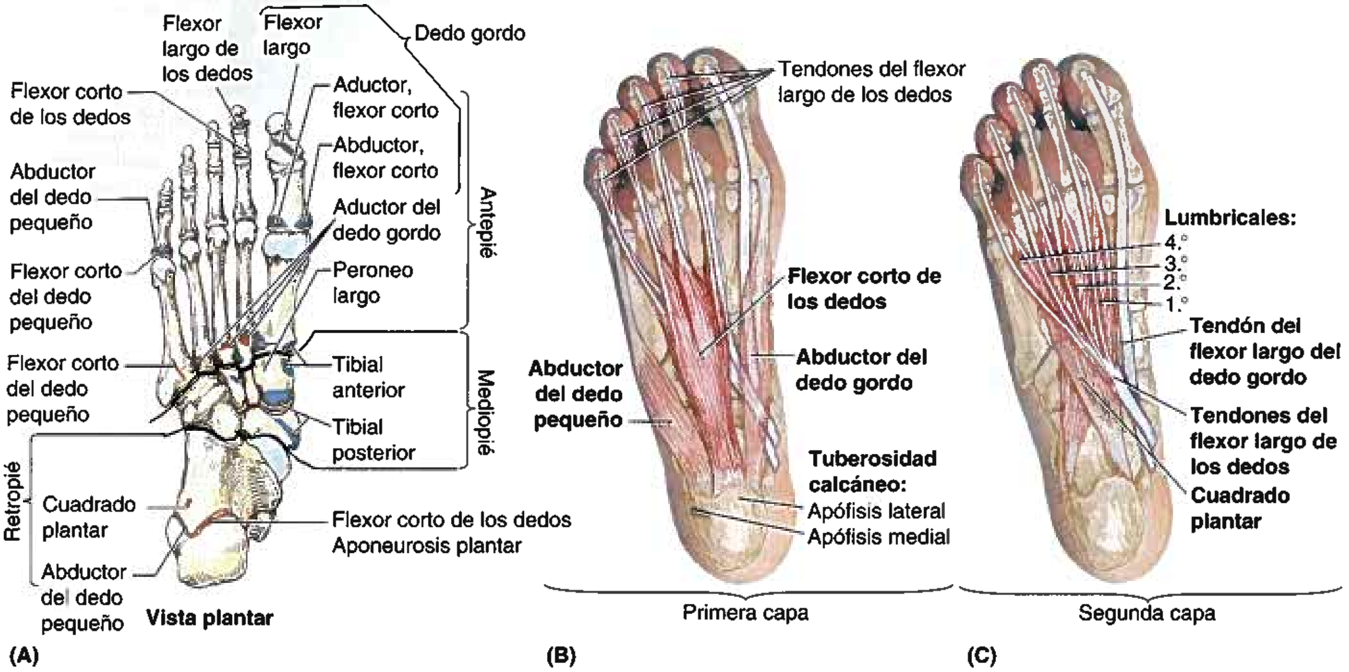

Flexor largo de los dedos
Flexor largo
Dedo gordo
Flexor corto de los dedos
Aductor, flexor corto
Abductor, flexor corto
Abductor del dedo pequeño
Aductor del dedo gordo
Flexor corto del dedo pequeño
Peroneo largo
Antepié
Flexor corto del dedo pequeño
Tibial anterior
Tibial posterior
Mediopié
Retropié
Cuadrado plantar
Flexor corto de los dedos
Aponeurosis plantar
Abductor del dedo pequeño
Vista plantar
(A)
Tendones del flexor largo de los dedos
Flexor corto de los dedos
Abductor del dedo pequeño
Abductor del dedo gordo
Tuberosidad calcáneo:
Apófisis lateral
Apófisis medial
Primera capa
(B)
Lumbricales:
4.º
3.º
2.º
1.º
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Tendones del flexor largo de los dedos
Cuadrado plantar
Segunda capa
(C)

FIGURA 5-68A a C. Músculos del pie: primera y segunda capa musculares de la planta del pie.

TABLA 5-14.I. MÚSCULOS DE LA PRIMERA Y LA SEGUNDA CAPAS DE LA PLANTA DEL PIE

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal[b]
Primera capa				
Abductor del dedo gordo	Apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo; retináculo de los músculos flexores; aponeurosis plantar	Lado medial de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Nervio plantar medial (S2, S3)	Abduce y flexiona el 1.er dedo (dedo gordo, hallux)
Flexor corto de los dedos	Apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo; aponeurosis plantar; tabiques intermusculares	Ambos lados de las falanges medias de los cuatro dedos laterales	Nervio plantar medial (S2, S3)	Flexiona los cuatro dedos laterales
Abductor del dedo pequeño	Apófisis medial y lateral de la tuberosidad del calcáneo; aponeurosis plantar; tabiques intermusculares	Lado lateral de la base de la falange proximal del 5.º dedo	Nervio plantar lateral (S2, S3)	Abduce y flexiona el dedo pequeño (5.º dedo)
Segunda capa				
Cuadrado plantar	Cara medial y borde lateral de la cara plantar del calcáneo	Borde posterolateral del tendón del flexor largo de los dedos	Nervio plantar lateral (S2, S3)	Ayuda al flexor largo de los dedos en la flexión de los cuatro dedos laterales
Lumbricales	Tendones del flexor largo de los dedos	Cara medial de la expansión sobre los cuatro dedos laterales	El más medial: nervio plantar medial (S2, S3) Los tres laterales: nervio plantar lateral (S2, S3)	Flexión de las falanges proximales; extensión de las falanges medias y distales de los cuatro dedos laterales

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «S2, S3» indica que los nervios que inervan el abductor del dedo gordo derivan del segundo y tercer segmentos sacros de la médula espinal). La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

[b] A pesar de las acciones individuales, la principal función de los músculos intrínsecos de la planta del pie es resistir el aplanamiento o mantener el arco del pie.

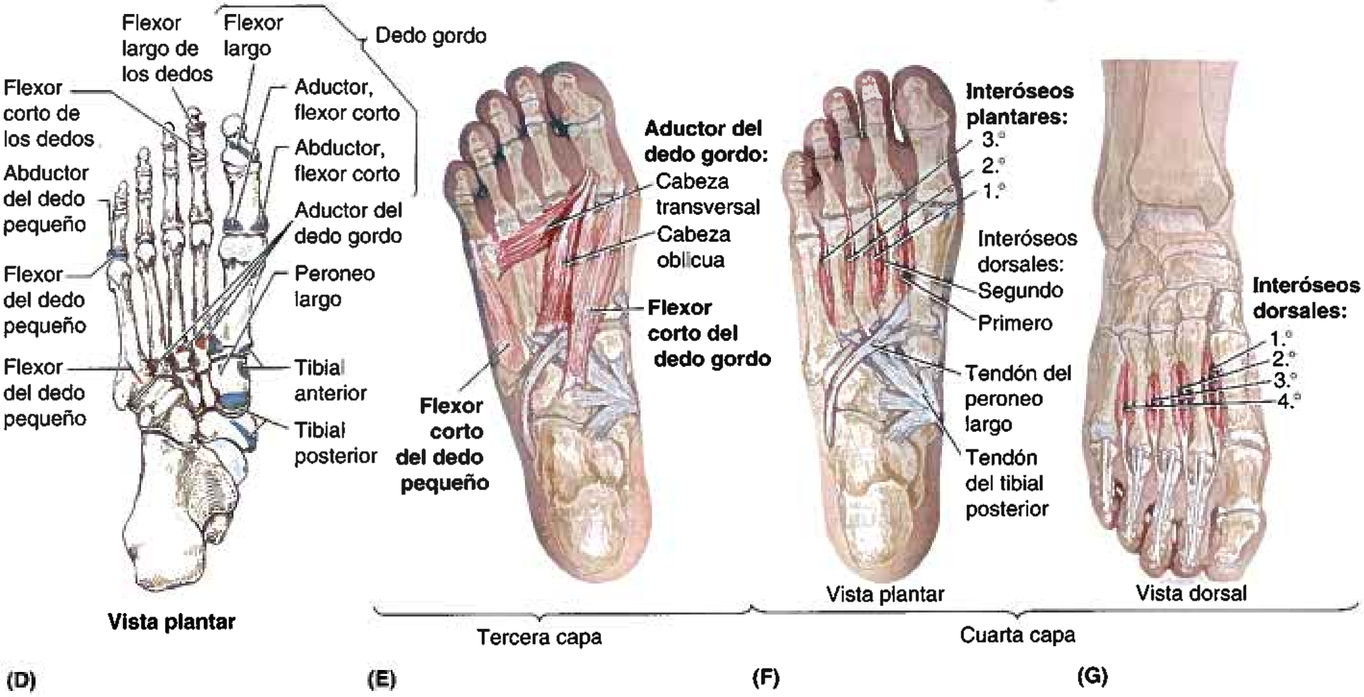

Flexor largo de los dedos
Flexor largo
Dedo gordo
Flexor corto de los dedos
Aductor, flexor corto
Abductor, flexor corto
Abductor del dedo pequeño
Aductor del dedo gordo
Flexor del dedo pequeño
Peroneo largo
Flexor del dedo pequeño
Tibial anterior
Tibial posterior
Vista plantar
Aductor del dedo gordo:
Cabeza transversal
Cabeza oblicua
Flexor corto del dedo gordo
Flexor corto del dedo pequeño
Interóseos plantares:
3.°
2.°
1.°
Interóseos dorsales:
Segundo
Primero
Tendón del peroneo largo
Tendón del tibial posterior
Interóseos dorsales:
1.°
2.°
3.°
4.°
Vista plantar
Vista dorsal
Tercera capa
Cuarta capa
(D)
(E)
(F)
(G)

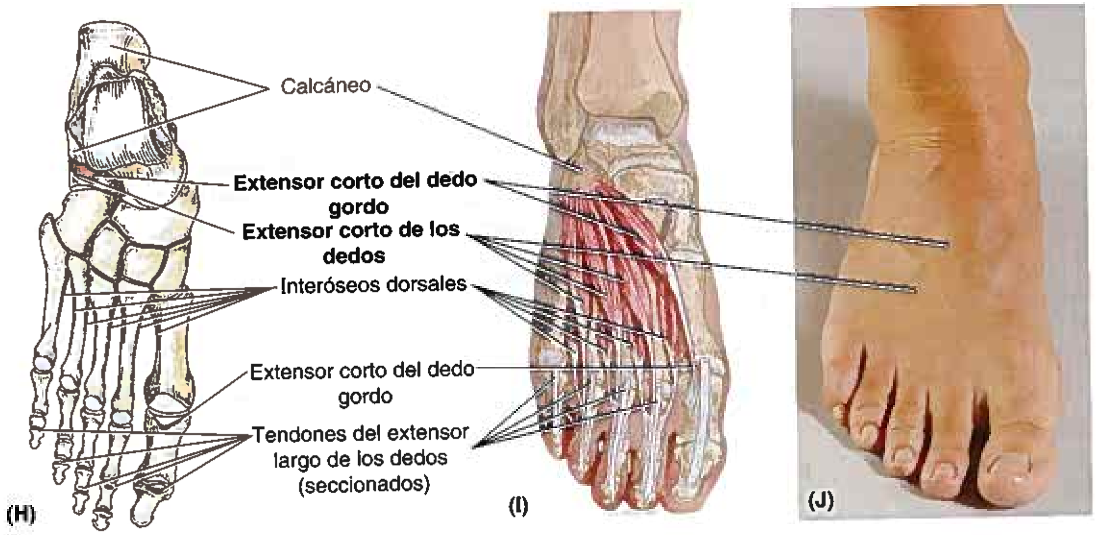
FIGURA 5-68D a G. Músculos del pie: tercera y cuarta capas musculares de la planta del pie.

TABLA 5-14.II. MÚSCULOS DE LA TERCERA Y LA CUARTA CAPAS DE LA PLANTA DEL PIE

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal[b]
Tercera capa				
Flexor corto del dedo gordo	Caras plantares del cuboides y el cuneiforme lateral	Ambos lados de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Nervio plantar medial (S2, S3)	Flexión de la falange proximal del 1.er dedo
Aductor del dedo gordo	Cabeza oblicua: bases de los metatarsianos 2.° a 4.° Cabeza transversa: ligamentos plantares de las articulaciones metatarsofalángicas	Los tendones de ambas cabezas se insertan en el lado lateral de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Ramo profundo del nervio plantar lateral (S2, S3)	Tradicionalmente se dice que aduce el 1.er dedo; ayuda a mantener el arco transverso del pie
Flexor corto del dedo pequeño	Base del 5.° metatarsiano	Base de la falange proximal del 5.° dedo	Ramo superficial del nervio plantar lateral (S2, S3)	Flexiona la falange proximal del 5.º dedo, ayudando así con su flexión
Cuarta capa				
Interóseos plantares (tres músculos)	Bases y lados mediales de los metatarsianos 3.° a 5.°	Lados mediales de las bases de las falanges de los dedos 3.° a 5.°	Nervio plantar lateral (S2, S3)	Aducción de los dedos (2.° a 4.°) y flexión de las articulaciones metatarsofalángicas
Interóseos dorsales (cuatro músculos)	Lados adyacentes de los metatarsianos 1.º a 5.º	Primero: lado medial de la falange proximal del 2.º dedo Segundo a cuarto: lados laterales de los dedos 2.º a 4.º	Nervio plantar lateral (S2, S3)	Abducción de los dedos (2.° a 4.°) y flexión de las articulaciones metatarsofalángicas

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «S2, S3» indica que los nervios que inervan el flexor corto del dedo gordo derivan del segundo y tercer segmentos sacros de la médula espinal). La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

[b] A pesar de las acciones individuales, la función principal de los músculos intrínsecos de la planta del pie es resistir el aplanamiento o mantener el arco del pie.


Calcáneo
Extensor corto del dedo gordo
Extensor corto de los dedos
Interóseos dorsales
Extensor corto del dedo gordo
Tendones del extensor largo de los dedos (seccionados)
(H)
(I)
(J)

Vistas anterosuperiores

FIGURA 5-68H a J. Músculos del pie: dorso del pie.

TABLA 5-14.III. MÚSCULOS DEL DORSO DEL PIE

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Extensor corto de los dedos	Calcáneo (suelo del seno del tarso); ligamento talocalcáneo interóseo; cuerpo del retináculo inferior de los músculos extensores	Tendones del extensor largo de los cuatro dedos mediales (dedos 2.° a 4.°)	Nervio peroneo profundo (L5 o S1, o ambos)	Colabora con el extensor largo de los dedos en la extensión de los cuatro dedos mediales en las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas
Extensor corto del dedo gordo	En común con el extensor corto de los dedos (v. anteriormente)	Cara dorsal de la base de la falange proximal del 1.er dedo (dedo gordo, *hallux*)		Colabora con el extensor largo del dedo gordo en la extensión del dedo gordo en la articulación metatarsofalángica

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «L5 o S1» indica que el nervio que inerva el extensor corto de los dedos deriva del quinto segmento lumbar o del primer segmento sacro de la médula espinal). La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

Entre las capas de la planta del pie hay dos planos vasculonerviosos (figs. 5-69 y 5-70B): *1)* uno superficial entre las capas musculares primera y segunda, y *2)* uno profundo entre las capas musculares tercera y cuarta. Posteriormente al maléolo medial, el *nervio tibial* se divide en los *nervios plantares medial* y *lateral* (figs. 5-61B, 5-71 y 5-72; tabla 5-15). Estos nervios inervan los músculos intrínsecos de la cara plantar del pie.

El nervio plantar medial se encuentra en el interior del compartimiento medial de la planta, entre las capas musculares primera y segunda. Inicialmente, la arteria y el nervio plantares laterales discurren lateralmente entre los músculos plantares de las capas primera y segunda (figs. 5-69C y 5-70B). Luego, sus ramificaciones profundas se dirigen medialmente entre los músculos de las capas tercera y cuarta (fig. 5-70B).

El **extensor corto de los dedos** y el **extensor corto del dedo gordo** (figs. 5-54A y B, y 5-56A) son dos músculos estrechamente conectados que se sitúan en el dorso del pie (de hecho, el segundo es parte del primero). Estos músculos delgados y amplios forman una masa carnosa en la parte lateral del dorso del pie, por delante del maléolo lateral. Su pequeño vientre carnoso se puede identificar cuando se extienden los dedos.

Estructuras vasculonerviosas y relaciones en el pie

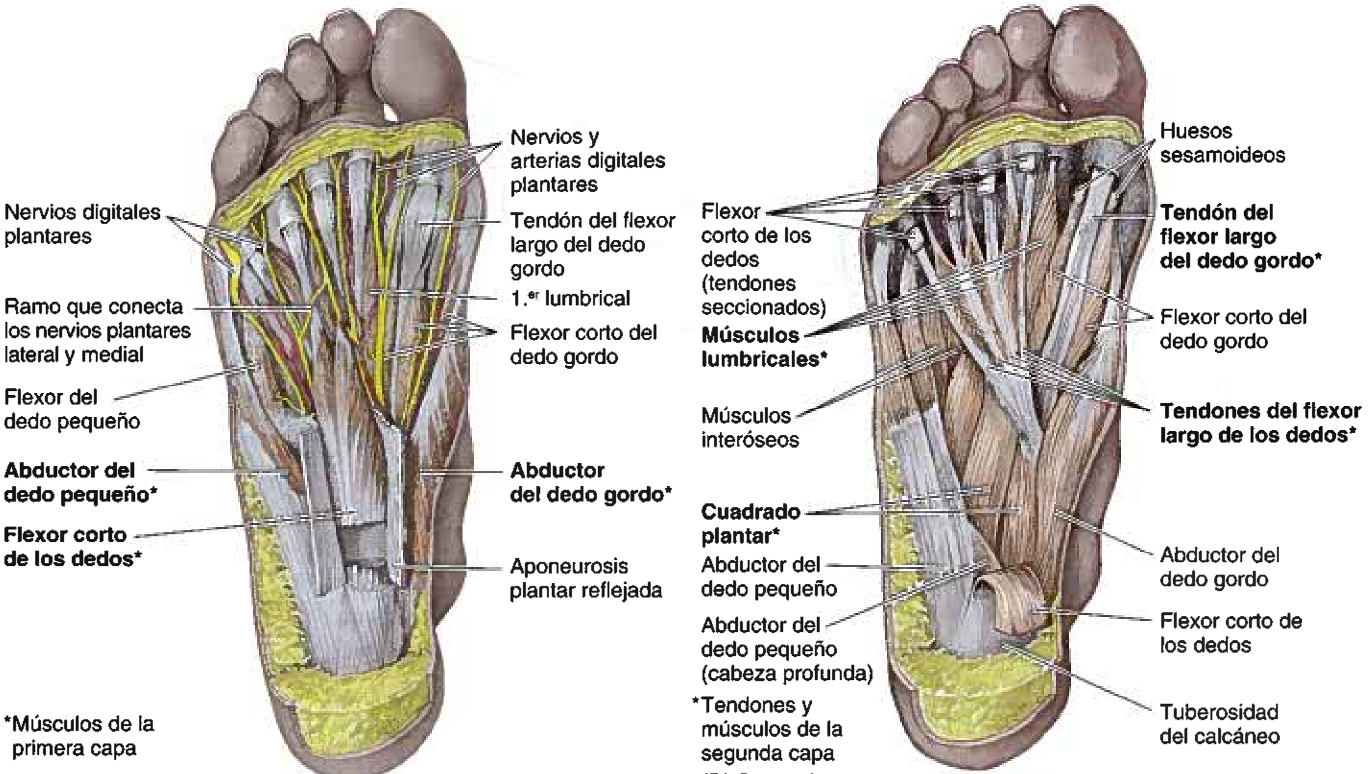
NERVIOS DEL PIE

La inervación cutánea del pie (fig. 5-72; tabla 5-15) corre a cargo:

- Medialmente del *nervio safeno,* que se extiende distalmente hasta la cabeza del 1.er metatarsiano.
- Superiormente (dorso del pie) de los *nervios peroneos superficial* (principalmente) y *profundo.*
- Inferiormente (planta del pie) de los *nervios plantares medial* y *lateral;* el límite común de su distribución se extiende a lo largo del 4.° metatarsiano y de su correspondiente dedo. (Este patrón es similar al de la inervación de la palma de la mano.)
- Lateralmente del *nervio sural,* incluida parte del talón.
- Posteriormente (talón) de los *ramos calcáneos medial* y *lateral,* procedentes de los nervios tibial y sural, respectivamente.

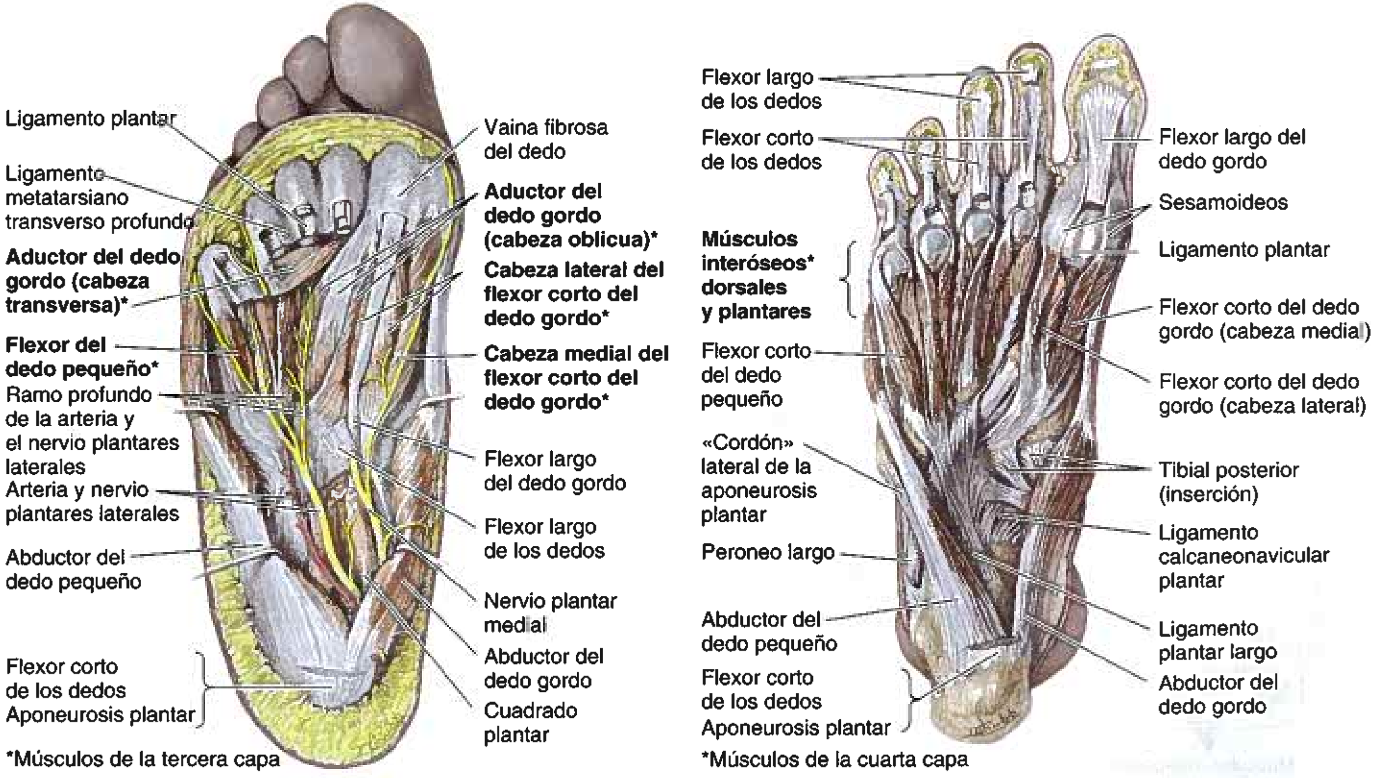
Nervio safeno. El *nervio safeno* es el ramo cutáneo más largo y de distribución más amplia del nervio femoral; es el único ramo que se extiende más allá de la rodilla (fig. 5-72 A; tabla 5-15; v. tam-

(*El texto continúa en p. 617*)


Nervios y arterias digitales plantares
Nervios digitales plantares
Tendón del flexor largo del dedo gordo
1.er lumbrical
Ramo que conecta los nervios plantares lateral y medial
Flexor corto del dedo gordo
Flexor del dedo pequeño
Abductor del dedo pequeño*
Abductor del dedo gordo*
Flexor corto de los dedos*
Aponeurosis plantar reflejada
*Músculos de la primera capa
Huesos sesamoideos
Flexor corto de los dedos (tendones seccionados)
Tendón del flexor largo del dedo gordo*
Músculos lumbricales*
Flexor corto del dedo gordo
Músculos interóseos
Tendones del flexor largo de los dedos*
Cuadrado plantar*
Abductor del dedo gordo
Abductor del dedo pequeño
Flexor corto de los dedos
Abductor del dedo pequeño (cabeza profunda)
Tuberosidad del calcáneo
*Tendones y músculos de la segunda capa

(A) Primera capa

(B) Segunda capa


Ligamento plantar
Vaina fibrosa del dedo
Ligamento metatarsiano transverso profundo
Aductor del dedo gordo (cabeza oblicua)*
Aductor del dedo gordo (cabeza transversa)*
Cabeza lateral del flexor corto del dedo gordo*
Flexor del dedo pequeño*
Cabeza medial del flexor corto del dedo gordo*
Ramo profundo de la arteria y el nervio plantares laterales
Flexor largo del dedo gordo
Arteria y nervio plantares laterales
Flexor largo de los dedos
Abductor del dedo pequeño
Nervio plantar medial
Abductor del dedo gordo
Flexor corto de los dedos
Aponeurosis plantar
Cuadrado plantar
*Músculos de la tercera capa
Flexor largo de los dedos
Flexor corto de los dedos
Flexor largo del dedo gordo
Sesamoideos
Músculos interóseos* dorsales y plantares
Ligamento plantar
Flexor corto del dedo gordo (cabeza medial)
Flexor corto del dedo pequeño
Flexor corto del dedo gordo (cabeza lateral)
«Cordón» lateral de la aponeurosis plantar
Tibial posterior (inserción)
Peroneo largo
Ligamento calcaneonavicular plantar
Abductor del dedo pequeño
Ligamento plantar largo
Flexor corto de los dedos
Aponeurosis plantar
Abductor del dedo gordo
*Músculos de la cuarta capa

(C) Tercera capa

(D) Cuarta capa

Vistas inferiores (cara plantar del pie)

FIGURA 5-69. Capas de músculos plantares. A. La primera capa está formada por los abductores del dedo gordo y del dedo pequeño, y por el flexor corto de los dedos. **B.** La segunda capa consta de los tendones de los flexores largos y los músculos asociados: cuatro lumbricales y el músculo cuadrado plantar. **C.** La tercera capa está compuesta por el flexor del dedo pequeño, y el flexor y el aductor del dedo gordo. También se muestran las estructuras vasculonerviosas que discurren en el plano localizado entre las capas primera y segunda. **D.** La cuarta capa está formada por los músculos interóseos plantares y dorsales.

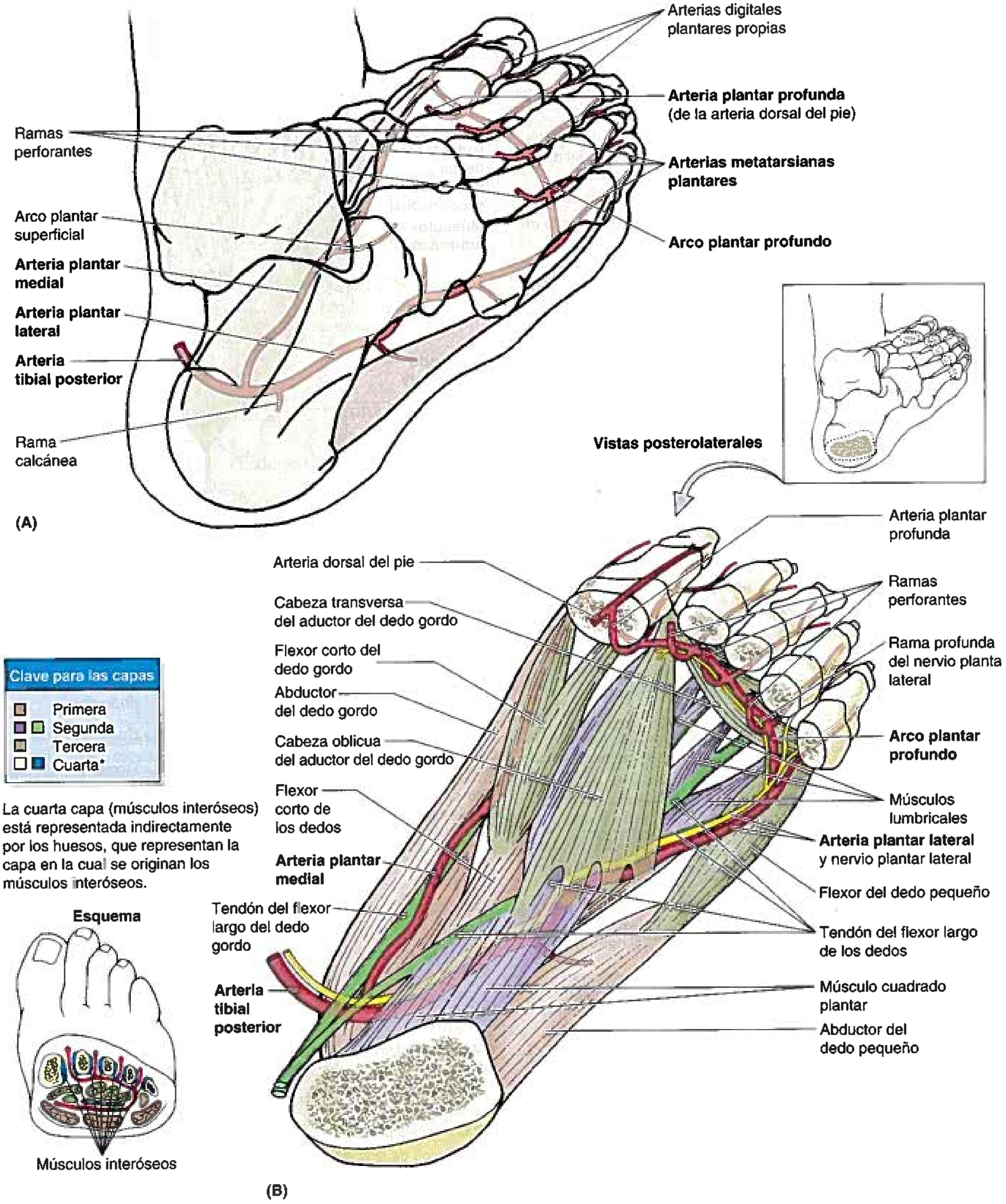

Arterias digitales plantares propias
Arteria plantar profunda (de la arteria dorsal del pie)
Ramas perforantes
Arterias metatarsianas plantares
Arco plantar superficial
Arteria plantar medial
Arco plantar profundo
Arteria plantar lateral
Arteria tibial posterior
Rama calcánea
(A)
Vistas posterolaterales
Arteria plantar profunda
Arteria dorsal del pie
Cabeza transversa del aductor del dedo gordo
Ramas perforantes
Flexor corto del dedo gordo
Rama profunda del nervio planta lateral
Abductor del dedo gordo
Clave para las capas
Primera
Segunda
Tercera
Cuarta*
Cabeza oblicua del aductor del dedo gordo
Arco plantar profundo
Flexor corto de los dedos
Músculos lumbricales
* La cuarta capa (músculos interóseos) está representada indirectamente por los huesos, que representan la capa en la cual se originan los músculos interóseos.
Arteria plantar lateral y nervio plantar lateral
Arteria plantar medial
Flexor del dedo pequeño
Esquema
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Tendón del flexor largo de los dedos
Arteria tibial posterior
Músculo cuadrado plantar
Abductor del dedo pequeño
Músculos interóseos
(B)

FIGURA 5-70. **Arterias y capas musculares del pie. A y B.** La arteria tibial posterior termina cuando entra en el pie, dividiéndose en las arterias plantares medial y lateral. Obsérvense las anastomosis distales de estos vasos con la arteria plantar profunda de la arteria dorsal del pie, y las ramas perforantes con la arteria arqueada en el dorso del pie (v. fig. 5-73). Obsérvese que las arterias plantares entran y discurren por el plano situado entre las capas musculares primera y segunda, y que la arteria plantar lateral pasa de ser medial a ser lateral. Las ramas profundas de la arteria pasan, a continuación, de la zona lateral a la medial entre las capas musculares tercera y cuarta.

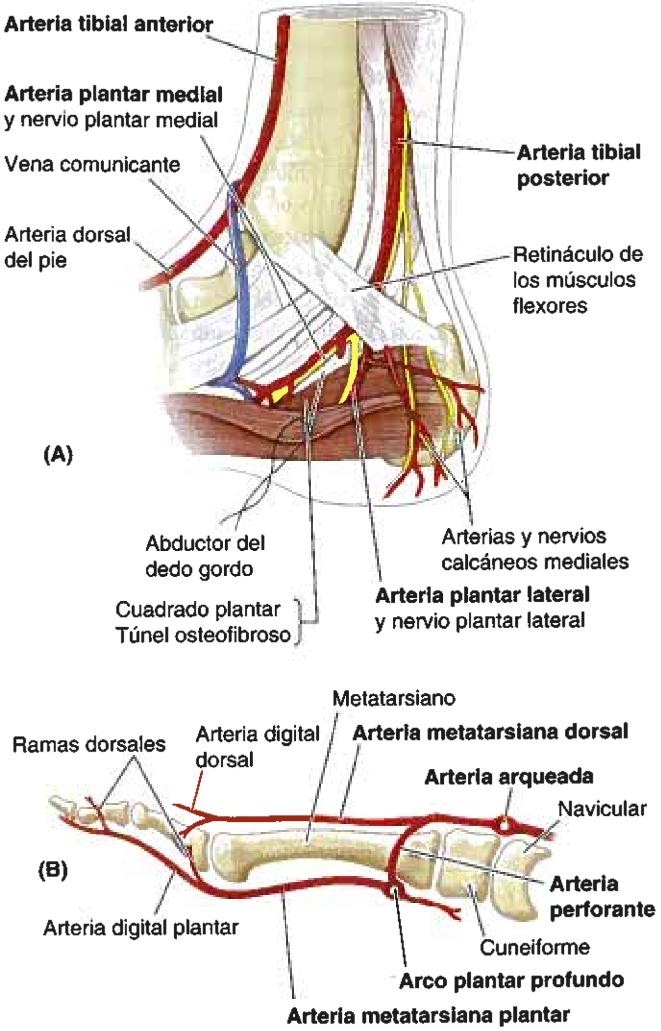

Arteria tibial anterior
Arteria plantar medial
y nervio plantar medial
Vena comunicante
Arteria dorsal
del pie
Arteria tibial
posterior
Retináculo de
los músculos
flexores
(A)
Abductor del
dedo gordo
Arterias y nervios
calcáneos mediales
Arteria plantar lateral
y nervio plantar lateral
Cuadrado plantar
Túnel osteofibroso
Metatarsiano
Ramas dorsales
Arteria digital
dorsal
Arteria metatarsiana dorsal
Arteria arqueada
Navicular
(B)
Arteria
perforante
Arteria digital plantar
Cuneiforme
Arco plantar profundo
Arteria metatarsiana plantar

FIGURA 5-71. **Arterias del pie: ramas y comunicantes.** **A.** Ramificación de las estructuras vasculonerviosas primarias que dan origen a vasos plantares y nervios plantares. **B.** Las arterias del mediopié y el antepié se parecen a las de la mano en que: *1)* arcos en ambas caras dan origen a arterias metatarsianas (metacarpianas) que, a su vez, originan las arterias digitales; *2)* las arterias dorsales se terminan antes de alcanzar los extremos distales de los dedos del pie o de la mano, de modo que las arterias digitales plantares (palmares) emiten ramas dorsalmente para irrigar las caras dorsales de los dedos, incluyendo los lechos ungueales, y *3)* entre las arterias metatarsianas (metacarpianas) se extienden ramas perforantes que establecen anastomosis entre los arcos de cada lado.

bién fig. 5-74B). Aparte de inervar la piel y la fascia de la cara anteromedial de la pierna, el nervio safeno pasa anterior al maléolo medial, se dirige hacia el dorso del pie (donde aporta ramos para la articulación talocrural) y continúa para inervar la piel del lado medial del pie hasta la cabeza del 1.er metatarsiano.

Nervios peroneos superficial y profundo. Después de circular entre los músculos peroneos del compartimiento lateral de la pierna e inervarlos, el *nervio peroneo superficial* emerge como nervio cutáneo cuando ha recorrido alrededor de dos tercios de su trayecto a lo largo de la pierna. Entonces, inerva la piel de la cara anterolateral de la pierna y se divide en los **nervios cutáneos dorsales medial** e **intermedio,** que siguen su recorrido a lo largo del tobillo e inervan la mayor parte de la piel del dorso del pie. Sus ramos terminales son los nervios digitales dorsales (comunes y propios), que inervan la piel de la parte proximal de la mitad medial del dedo gordo y la de los tres dedos y medio laterales.

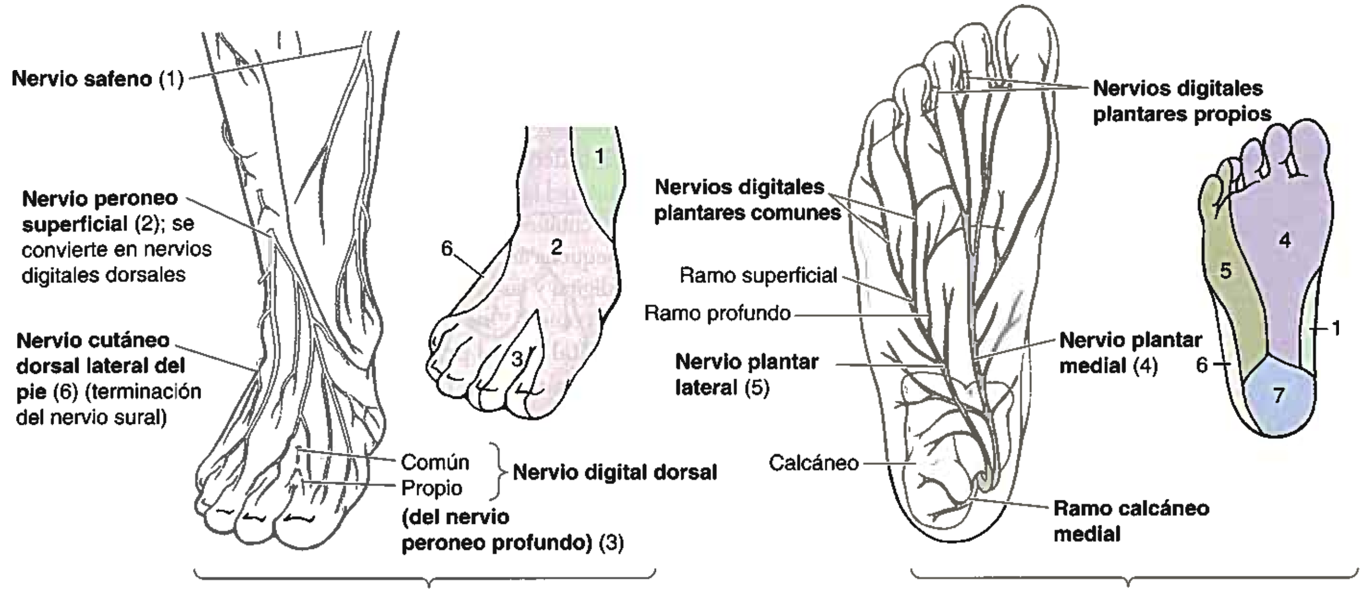
Tras inervar los músculos del compartimiento anterior de la pierna, el *nervio peroneo profundo* pasa profundo al retináculo de los músculos extensores e inerva los músculos intrínsecos del dorso del pie (extensores de los dedos y largo del dedo gordo) y las articulaciones del tarso y el metatarso. Cuando finalmente emerge como nervio cutáneo, su situación es tan distal en el pie que sólo queda una pequeña área cutánea a su alcance para inervarla: la membrana interdigital y las caras contiguas de los dedos 1.° y 2.°. Inerva esta región como **1.er nervio digital dorsal común** (y luego **1.er nervio digital dorsal propio**).

Nervio plantar medial. El **nervio plantar medial** es el mayor y más anterior de los dos ramos terminales del nervio tibial, y se origina en profundidad respecto al retináculo de los músculos flexores. Entra en la planta del pie al pasar en profundidad respecto al abductor del dedo gordo (figs. 5-69C y 5-71A). A continuación sigue su trayecto en dirección anterior entre el abductor del dedo gordo y el flexor corto de los dedos, e inerva ambos músculos mediante ramos motores que aporta lateralmente a la arteria plantar medial (fig. 5-69A y C). Tras enviar ramos motores para el flexor corto del dedo gordo y el 1.er músculo lumbrical, el nervio plantar medial termina cerca de las bases de los metatarsianos cuando se divide en tres ramos sensitivos (*nervios digitales plantares comunes*). Estos ramos inervan la piel de los tres dedos y medio mediales (también la piel dorsal y los lechos ungueales de sus falanges distales), y la piel de la planta proximal a ellos. En comparación con el otro ramo terminal del nervio tibial, el nervio plantar medial inerva un área mayor de piel, pero menos músculos. Su distribución tanto cutánea como muscular en el pie es comparable a la del nervio mediano en la mano.

Nervio plantar lateral. El **nervio plantar lateral** es el más pequeño y posterior de los dos ramos terminales del nervio tibial, y también discurre en profundidad respecto al abductor del dedo gordo (fig. 5-71A), aunque se dirige anterolateralmente entre las capas primera y segunda de músculos plantares, por el lado medial de la arteria plantar lateral (fig. 5-69C). El nervio plantar lateral termina cuando alcanza el compartimiento lateral y se divide en sus ramos superficial y profundo (fig. 5-72B; tabla 5-15).

El *ramo superficial* se divide, a su vez, en dos **nervios digitales plantares** (uno común y el otro propio) que inervan la piel de las caras plantares del dedo lateral y la mitad del siguiente, la piel del dorso y los lechos ungueales de sus falanges distales, y la piel de la planta proximal a ellos. El *ramo profundo del nervio plantar lateral* discurre profundo junto con el arco arterial plantar profundo, entre las capas musculares tercera y cuarta.

Los ramos superficial y profundo inervan todos los músculos de la planta que no están inervados por el nervio plantar medial. En comparación con el nervio plantar medial, el plantar lateral inerva un área menor de piel, pero más músculos individuales. Su distribución tanto cutánea como muscular en el pie es comparable a la del nervio cubital en la mano (cap. 6). Los nervios plantares medial y lateral también inervan las caras plantares de todas las articulaciones del pie.


Nervio safeno (1)
Nervio peroneo superficial (2); se convierte en nervios digitales dorsales
Nervio cutáneo dorsal lateral del pie (6) (terminación del nervio sural)
1
2
3
6
Común
Propio
Nervio digital dorsal
(del nervio peroneo profundo) (3)
Nervios digitales plantares propios
Nervios digitales plantares comunes
Ramo superficial
Ramo profundo
Nervio plantar lateral (5)
Calcáneo
Nervio plantar medial (4)
Ramo calcáneo medial
4
5
1
6
7

(A) Vista dorsal (B) Vista plantar

FIGURA 5-72. Nervios del pie.

TABLA 5-15. NERVIOS DEL PIE

Nervio[a]	Origen	Recorrido	Distribución en el pie
Safeno (1)	Nervio femoral	Se origina en el triángulo femoral y desciende a través del muslo y la pierna; acompaña a la vena safena mayor, anterior al maléolo medial, y termina en el lado medial del pie	Inerva la piel del lado medial del pie anteriormente hasta la cabeza del primer metatarsiano
Peroneo superficial (2)	Nervio peroneo común	Atraviesa la fascia profunda en el tercio distal de la pierna para hacerse cutáneo; luego proporciona ramos para el pie y los dedos	Inerva la piel del dorso del pie y todos los dedos, excepto el lado lateral del 5.º y los lados contiguos de los dedos 1.º y 2.º
Peroneo profundo (3)		Pasa profundo con respecto al retináculo de los músculos extensores, para entrar en el dorso del pie	Inerva el extensor corto de los dedos y la piel de los lados contiguos del 1.er y 2.º dedos
Plantar medial (4)	Ramo terminal de mayor tamaño del nervio tibial	Discurre distalmente en el pie entre el abductor del dedo gordo y el flexor corto de los dedos; se divide en ramos musculares y cutáneos	Inerva la piel del lado medial de la planta del pie y los lados de los tres primeros dedos; también inerva el abductor del dedo gordo, el flexor corto de los dedos, el flexor corto del dedo gordo y el primer lumbrical
Plantar lateral (5)	Ramo terminal de menor tamaño del nervio tibial	Discurre lateralmente en el pie entre los músculos cuadrado plantar y flexor corto de los dedos; se divide en ramos superficial y profundo	Inerva el cuadrado plantar, el abductor del dedo pequeño y el flexor corto del dedo pequeño; el ramo profundo inerva los interóseos plantares y dorsales, tres lumbricales laterales y el aductor del dedo gordo; inerva la piel del lado lateral de la planta hasta una línea que divide el 4.º dedo
Sural (6)	Normalmente se origina a la vez de los nervios tibial y peroneo común	Pasa inferior con respecto al maléolo lateral, hacia el lado lateral del pie	Cara lateral del retropié y el mediopié
Ramos calcáneos (7)	Nervios tibial y sural	Pasa desde la parte distal de la cara posterior de la pierna hacia la piel del talón	Piel del talón

[a] Los números se refieren a la figura 5-72.

Nervio sural. El **nervio sural** se forma como resultado de la unión del *nervio cutáneo sural medial* (procedente del nervio tibial) y el *ramo comunicante peroneo del nervio peroneo común*, respectivamente (fig. 5-57B; tabla 5-11). La altura a la cual se unen estos ramos es variable: puede ser más arriba (en la fosa poplítea) o más abajo (proximal al talón). En ocasiones estos ramos no se unen y, en consecuencia, no existe nervio sural. En las personas que presentan esta característica son los ramos cutáneos surales medial y lateral los encargados de inervar las regiones cutáneas que normalmente dependen del nervio sural. El nervio sural acompaña a la vena safena menor y entra en el pie por detrás del maléolo lateral para inervar la articulación talocrural y la piel del borde lateral del pie (fig. 5-72A; tabla 5-15).

ARTERIAS DEL PIE

Las arterias del pie son ramas terminales de las arterias tibiales anterior y posterior, respectivamente las arterias dorsal del pie y plantares (figs. 5-71A y 5-73).

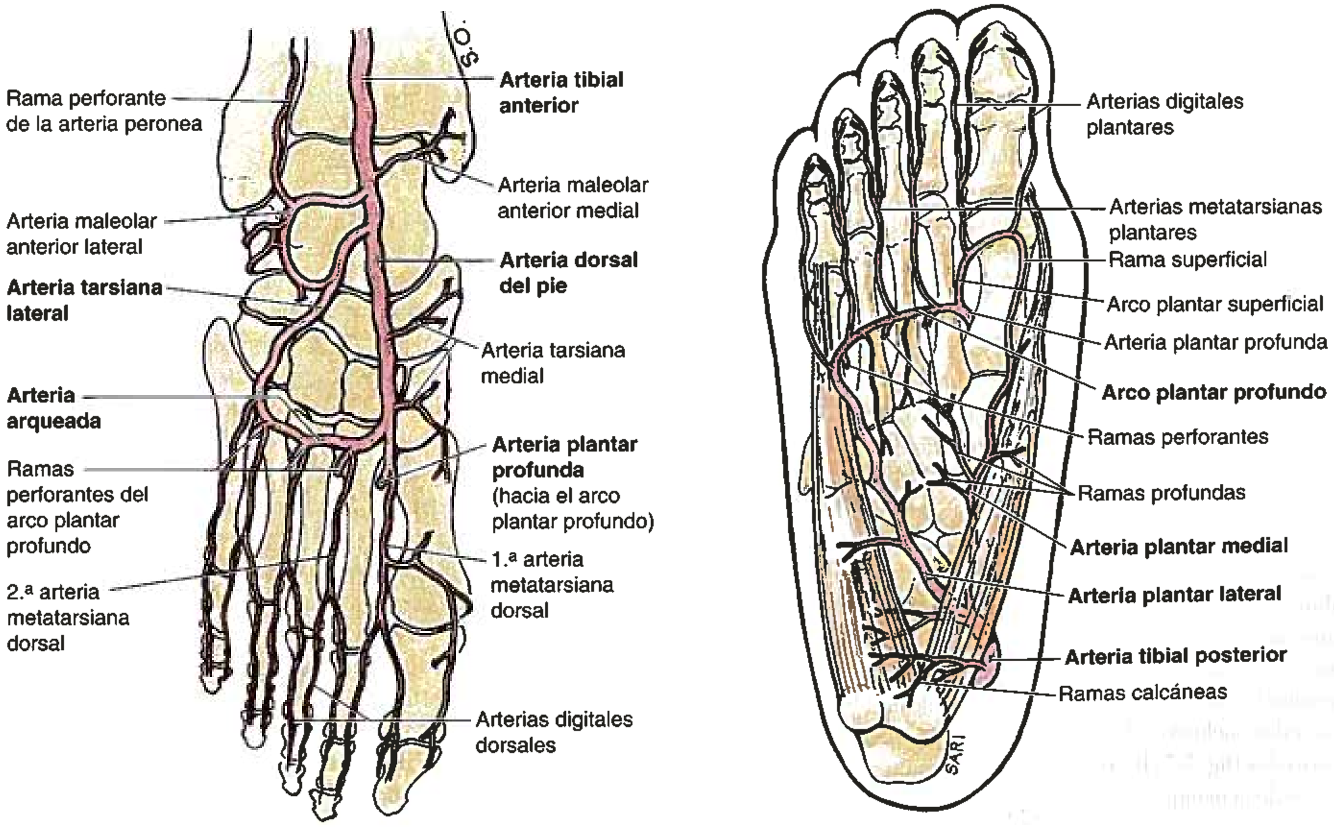
Arteria dorsal del pie. La **arteria dorsal del pie** (pedia) es la *continuación directa de la arteria tibial anterior*, y con frecuencia es la principal fuente de irrigación del antepié (p. ej., en los períodos en que se está de pie durante un largo tiempo). La arteria dorsal del pie se origina a mitad de camino entre los maléolos y discurre anteromedialmente, en profundidad respecto al retináculo inferior de los músculos extensores y entre los tendones del extensor largo del dedo gordo y el extensor largo de los dedos en el dorso del pie.

La arteria dorsal del pie se dirige hacia el primer espacio interóseo, donde se divide en la 1.ª arteria metatarsiana dorsal y una **arteria plantar profunda.** Esta última discurre en profundidad entre las cabezas del primer músculo interóseo dorsal para entrar en la planta del pie, donde se une con la arteria plantar lateral para formar el *arco plantar profundo.* El curso y el destino de la arteria dorsal y de su principal continuación, la arteria plantar profunda, son comparables a los de la arteria radial en la mano, que establece un arco arterial profundo en la palma.

La **arteria tarsiana lateral,** una rama de la arteria dorsal del pie, discurre lateralmente en un trayecto arqueado por debajo del extensor corto de los dedos, e irriga este músculo y los huesos del tarso y las articulaciones subyacentes. Se anastomosa con otras ramas, como la arteria arqueada.

La **1.ª arteria metatarsiana dorsal** se divide en ramas que irrigan ambos lados del dedo gordo y el lado medial del 2.º dedo.

La **arteria arqueada** discurre lateralmente a través de las bases de los cuatro metatarsianos laterales, en profundidad respecto a los tendones extensores, para alcanzar la cara lateral del antepié, donde se anastomosa con la arteria tarsiana lateral para


O.S.
Rama perforante de la arteria peronea
Arteria tibial anterior
Arteria maleolar anterior medial
Arteria maleolar anterior lateral
Arteria dorsal del pie
Arteria tarsiana lateral
Arteria tarsiana medial
Arteria arqueada
Arteria plantar profunda (hacia el arco plantar profundo)
Ramas perforantes del arco plantar profundo
1.ª arteria metatarsiana dorsal
2.ª arteria metatarsiana dorsal
Arterias digitales dorsales
Arterias digitales plantares
Arterias metatarsianas plantares
Rama superficial
Arco plantar superficial
Arteria plantar profunda
Arco plantar profundo
Ramas perforantes
Ramas profundas
Arteria plantar medial
Arteria plantar lateral
Arteria tibial posterior
Ramas calcáneas
SARI

(A) Dorso del pie **(B) Cara plantar del pie**

FIGURA 5-73. Arterias del pie. A. La arteria tibial anterior se convierte en la arteria dorsal del pie cuando atraviesa la articulación talocrural. **B.** Las arterias plantares medial y lateral son ramas terminales de la arteria tibial posterior. La arteria plantar profunda y las ramas perforantes del arco plantar profundo proporcionan anastomosis entre las arterias dorsales y plantares.

formar un asa arterial. La arteria arqueada da origen a las **arterias metatarsianas dorsales 2.ª, 3.ª y 4.ª**. Estos vasos se dirigen distalmente hacia los espacios interdigitales y se conectan con el arco plantar y con las arterias metatarsianas plantares mediante *ramas perforantes* (figs. 5-70A y B, 5-71B y 5-73A y B). Distalmente, cada arteria metatarsiana dorsal se divide en dos **arterias digitales dorsales** que irrigan la cara dorsal de los lados de los dedos contiguos (fig. 5-73A); no obstante, estas arterias suelen terminar antes de llegar a la articulación interfalángica distal (fig. 5-71B), y se abastecen o son sustituidas por ramas dorsales de las arterias digitales plantares.

ARTERIAS DE LA PLANTA DEL PIE

La planta del pie está dotada de una abundante irrigación procedente de la arteria tibial posterior, que se divide en profundidad respecto al retináculo de los músculos flexores (figs. 5-69A, 5-71A y 5-73B) para dar dos ramas terminales denominadas arteria plantar medial y arteria plantar lateral, que discurren profundas al *abductor del dedo gordo* y acompañan a los nervios homónimos.

Arteria plantar medial. La **arteria plantar medial** es la rama menor de la arteria tibial posterior. Da origen a una o varias ramas profundas que irrigan principalmente los músculos del dedo gordo. También da una rama superficial, de mayor tamaño, que irriga la piel de la cara medial de la planta y aporta ramas digitales que acompañan a los ramos digitales del nervio plantar medial; la más lateral de estas ramas se anastomosa con las arterias metatarsianas plantares mediales. En ocasiones se forma un **arco plantar superficial** cuando la rama superficial se anastomosa con la arteria plantar lateral o con el arco plantar profundo.

Arteria plantar lateral. La **arteria plantar lateral,** mucho mayor que la arteria plantar medial, se origina a la misma altura que el nervio homónimo y lo acompaña en su camino (figs. 5-69C, 5-70B, 5-71A y 5-73B). Discurre en dirección lateral y anterior, al principio en profundidad respecto al abductor del dedo gordo, y luego entre el flexor corto de los dedos y el cuadrado plantar.

La arteria plantar lateral se arquea medialmente a través del pie junto con el ramo profundo del nervio plantar lateral para formar el **arco plantar profundo,** que se completa mediante su unión con la *arteria plantar profunda,* rama de la arteria dorsal del pie. Cuando cruza el pie, el arco plantar profundo da origen a cuatro **arterias metatarsianas plantares,** tres **arterias perforantes** y numerosas ramas para la piel, la fascia y los músculos plantares. Cerca de las bases de las falanges proximales, las arterias metatarsianas plantares se dividen para formar las **arterias digitales plantares,** que irrigan los dedos adyacentes; a las arterias metatarsianas más mediales se unen ramas digitales superficiales de la arteria plantar medial. Las arterias digitales plantares típicamente aportan la mayor parte de la sangre que alcanza la parte distal de los dedos, incluido el lecho ungueal, a través de ramas perforantes y dorsales (fig. 5-71B); esta disposición también se observa en los dedos de la mano.

DRENAJE VENOSO DEL PIE

Tal y como sucede en el resto del miembro inferior, en el pie hay venas superficiales y profundas. Las *venas profundas* son estructuras pares que se anastomosan entre sí y acompañan a todas las arterias internas a la fascia profunda (fig. 5-74A). Las *venas superficiales* son subcutáneas y no acompañan a las arterias (fig. 5-74B). A diferencia de lo que ocurre en la pierna y el muslo, sin embargo, el drenaje venoso del pie se dirige hacia las principales venas superficiales, procedentes de las venas satélites profundas y de otras venas superficiales de menor calibre.

Las **venas perforantes** dan origen a una derivación de sangre que actúa en un solo sentido desde las venas superficiales a las profundas, y es esencial para el funcionamiento de la *bomba musculovenosa,* proximal a la articulación talocrural. La mayor parte de la sangre que drena del pie se dirige a las venas superficiales.

Las venas digitales dorsales se convierten proximalmente en las **venas metatarsianas dorsales,** que también reciben ramas de las **venas digitales plantares.** Estas venas drenan en el **arco venoso dorsal del pie,** y proximalmente a éste una **red venosa dorsal** recoge la sangre del resto del dorso del pie. Tanto el arco como la red se localizan en el tejido subcutáneo.

Venas superficiales procedentes de una **red venosa plantar** drenan por un lado el borde medial del pie y convergen con la parte medial de la red y el arco venosos dorsales para formar una **vena marginal medial,** que al final se convierte en la *vena safena mayor,* y por el otro drenan el borde lateral del pie y convergen con la parte lateral de la red y el arco venosos dorsales para formar una **vena marginal lateral,** que al final se convierte en la *vena safena menor.*

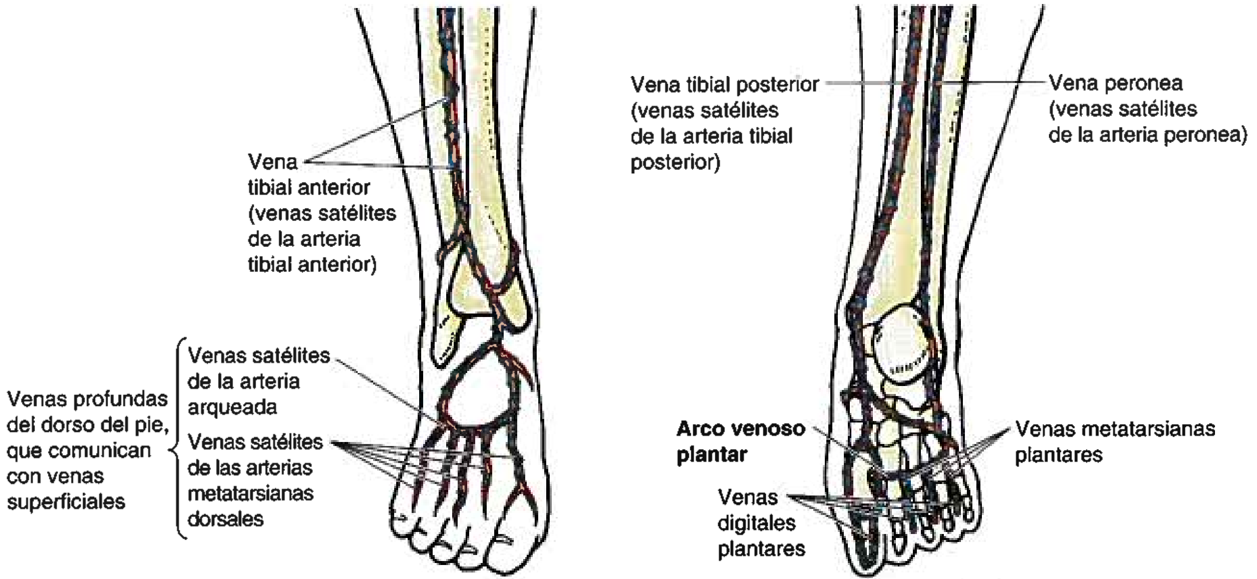
En su trayecto ascendente, las venas safenas mayor y menor emiten venas perforantes que derivan sangre continuamente hacia capas profundas para aprovecharse de la bomba musculovenosa.

DRENAJE LINFÁTICO DEL PIE

Los vasos linfáticos del pie se originan en plexos subcutáneos. Los vasos colectores comprenden vasos linfáticos superficiales y profundos que acompañan a las venas superficiales y a los principales paquetes vasculares, respectivamente.

Los *vasos linfáticos superficiales* son especialmente abundantes en la planta del pie. Los *vasos linfáticos superficiales mediales,* mayores y más numerosos que los laterales, drenan las partes mediales del dorso y la planta del pie (fig. 5-75A). Estos vasos convergen en la *vena safena mayor* y la acompañan hasta alcanzar el grupo vertical de *nódulos linfáticos inguinales superficiales,* localizado en la parte terminal de la vena, y luego los *nódulos linfáticos inguinales profundos,* situados a lo largo de la porción proximal de la vena femoral. Los *vasos linfáticos superficiales laterales* drenan las partes laterales del dorso y la planta del pie. La mayoría de estos vasos discurren posteriormente al maléolo lateral y acompañan a la vena safena menor hasta alcanzar la fosa poplítea, donde entran en los *nódulos linfáticos poplíteos.*

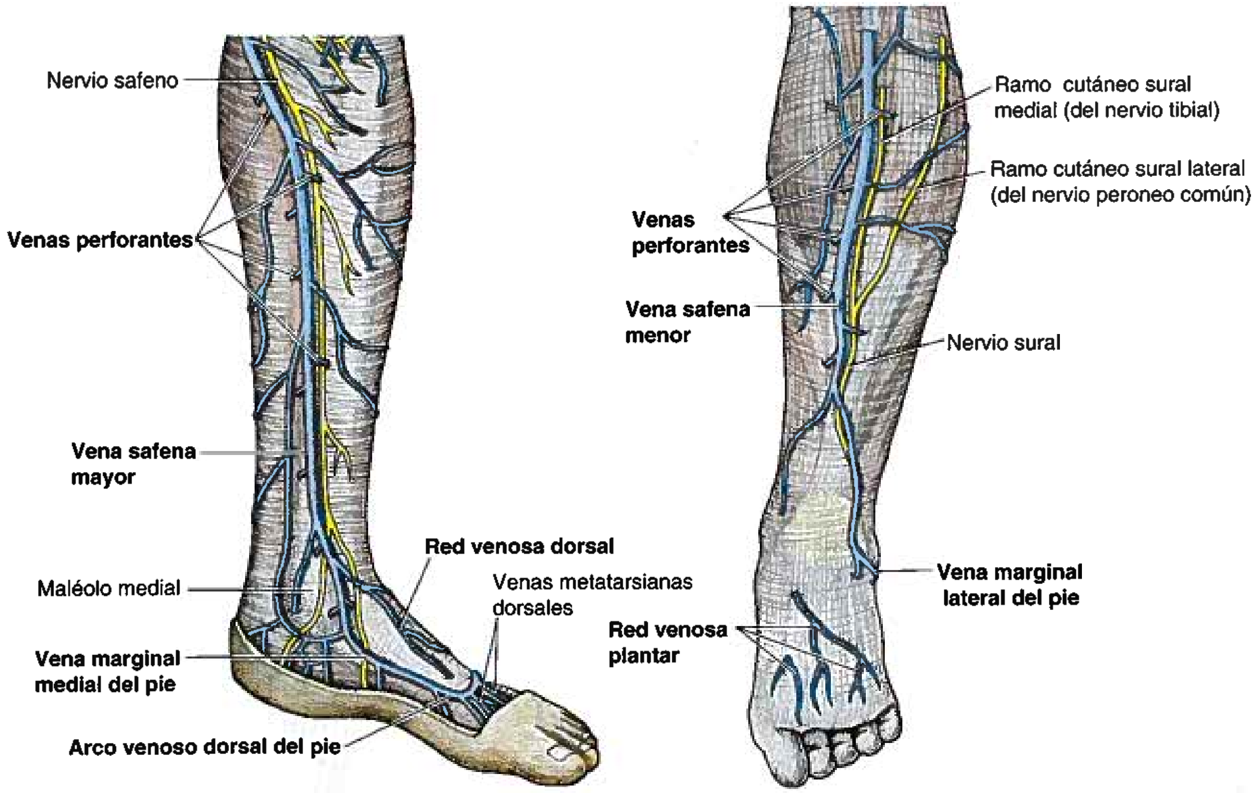
Los *vasos linfáticos profundos* procedentes del pie acompañan a los principales vasos sanguíneos: venas peronea, tibiales anterior y posterior, poplítea y femoral. Estos vasos linfáticos también drenan en los nódulos linfáticos poplíteos. Los vasos linfáticos procedentes de estos últimos siguen los vasos femorales para llevar la linfa hacia los nódulos linfáticos inguinales profundos. Desde los nódulos inguinales profundos, toda la linfa procedente del miem-


Vena tibial anterior (venas satélites de la arteria tibial anterior)
Venas profundas del dorso del pie, que comunican con venas superficiales
Venas satélites de la arteria arqueada
Venas satélites de las arterias metatarsianas dorsales
Vena tibial posterior (venas satélites de la arteria tibial posterior)
Vena peronea (venas satélites de la arteria peronea)
Arco venoso plantar
Venas metatarsianas plantares
Venas digitales plantares

(A) Venas profundas de la pierna y el pie

Vista anterior

Vista posterior de la pierna y el pie en flexión plantar

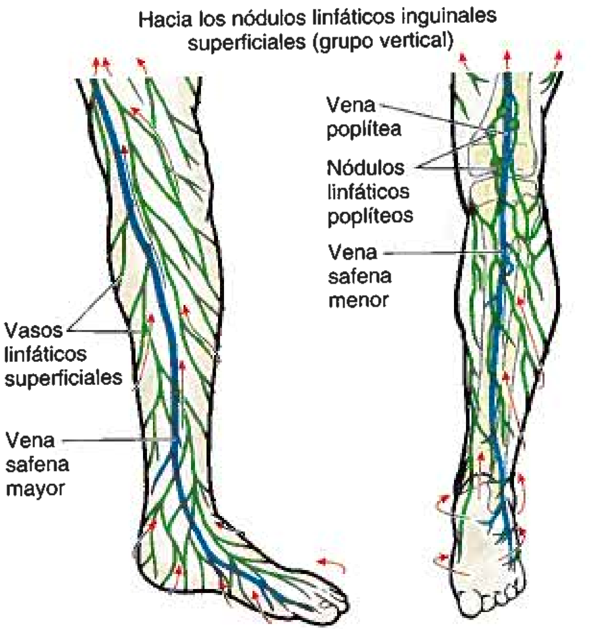

Nervio safeno
Venas perforantes
Vena safena mayor
Red venosa dorsal
Venas metatarsianas dorsales
Maléolo medial
Vena marginal medial del pie
Arco venoso dorsal del pie
Ramo cutáneo sural medial (del nervio tibial)
Ramo cutáneo sural lateral (del nervio peroneo común)
Venas perforantes
Vena safena menor
Nervio sural
Vena marginal lateral del pie
Red venosa plantar

(B) Venas superficiales de la pierna y el pie

Vista medial

Vista posterior de la pierna y el pie en flexión plantar

FIGURA 5-74. Venas de la pierna y del pie. A. Las venas profundas acompañan a las arterias y sus ramas; establecen anastomosis con frecuencia y presentan numerosas válvulas. **B.** Las principales venas superficiales drenan en las venas profundas, al ascender por el miembro, mediante venas perforantes, de modo que la compresión muscular puede impulsar sangre hacia el corazón en contra del empuje de la gravedad. La parte distal de la vena safena mayor se acompaña del nervio safeno, y la vena safena menor se acompaña del nervio sural y su raíz medial (nervio cutáneo sural medial).


Hacia los nódulos linfáticos inguinales superficiales (grupo vertical)
Vena poplítea
Nódulos linfáticos poplíteos
Vena safena menor
Vasos linfáticos superficiales
Vena safena mayor

(A) Vista anteromedial del miembro inferior izquierdo

(B) Vista posterior del miembro inferior izquierdo

FIGURA 5-75. Drenaje linfático del pie. El drenaje linfático de la planta del pie sigue una dirección dorsal y proximal. **A.** Los vasos linfáticos superficiales mediales del pie se unen a los de la región anteromedial de la pierna, y drenan hacia los nódulos linfáticos inguinales superficiales mediante vasos linfáticos que acompañan a la vena safena mayor. **B.** Los vasos linfáticos superficiales laterales del pie se unen a los de la región posterolateral de la pierna, y convergen hacia los vasos que acompañan a la vena safena menor, drenando en los nódulos linfáticos poplíteos.

bro inferior pasa en profundidad respecto al ligamento inguinal para dirigirse hacia los *nódulos linfáticos ilíacos*.

Anatomía de superficie de la región del tobillo y del pie

Los tendones de la región del tobillo sólo se pueden identificar satisfactoriamente cuando sus músculos actúan. Si se invierte activamente el pie, se puede palpar el *tendón del tibial posterior* cuando pasa posterior y distalmente al maléolo medial, y luego superior al sustentáculo del astrágalo, para alcanzar su inserción en la tuberosidad del navicular (fig. 5-76A a C). Así pues, el tendón del tibial posterior es la referencia para la localización del navicular. El tendón del tibial posterior también indica el lugar donde se puede palpar el *pulso tibial posterior* (a mitad de camino entre el maléolo medial y el tendón calcáneo).

Los tendones de los peroneos largo y corto se pueden seguir distalmente, posteriores e inferiores al maléolo lateral, y luego anteriormente a lo largo de la cara lateral del pie (fig. 5-76D y E). El *tendón del peroneo largo* se puede palpar hasta el cuboides, y luego desaparece cuando gira hacia la planta. El *tendón del peroneo corto* es fácil de seguir hasta su inserción en la cara dorsal de la tuberosidad de la base del 5.º metatarsiano. Esta tuberosidad se localiza en el medio del borde lateral del pie. Si se extienden activamente los dedos, se puede ver y palpar el pequeño *vientre* carnoso del **extensor corto de los dedos** anterior al maléolo lateral. Su posición se debe observar y palpar para no confundirlo con un edema anormal.

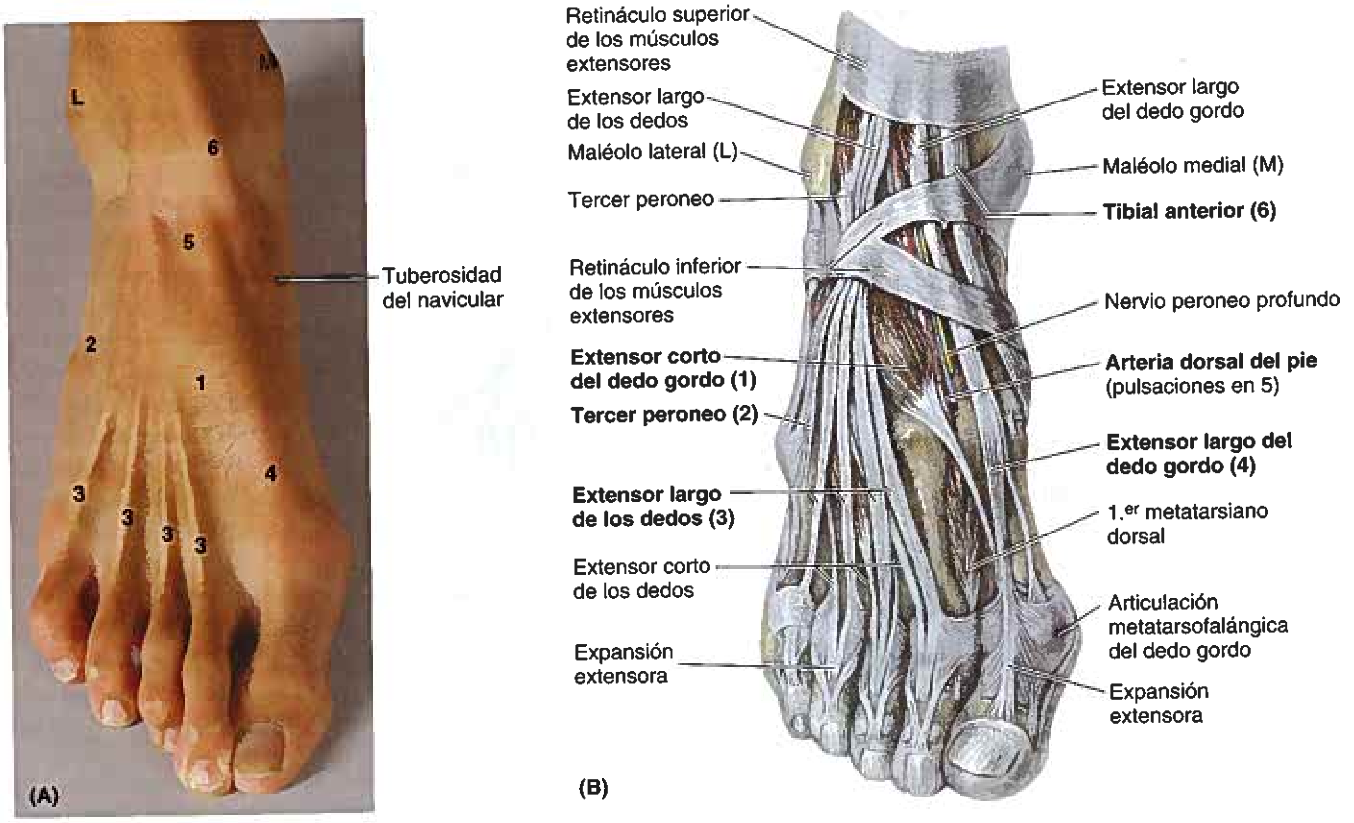
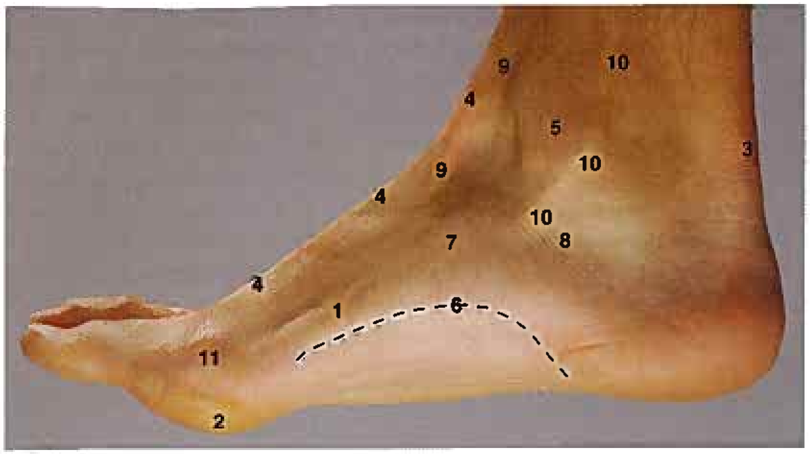

L
M
6
5
2
1
3
3
3
3
4
Tuberosidad del navicular
(A)
Retináculo superior de los músculos extensores
Extensor largo de los dedos
Maléolo lateral (L)
Tercer peroneo
Retináculo inferior de los músculos extensores
Extensor corto del dedo gordo (1)
Tercer peroneo (2)
Extensor largo de los dedos (3)
Extensor corto de los dedos
Expansión extensora
Extensor largo del dedo gordo
Maléolo medial (M)
Tibial anterior (6)
Nervio peroneo profundo
Arteria dorsal del pie (pulsaciones en 5)
Extensor largo del dedo gordo (4)
1.er metatarsiano dorsal
Articulación metatarsofalángica del dedo gordo
Expansión extensora
(B)

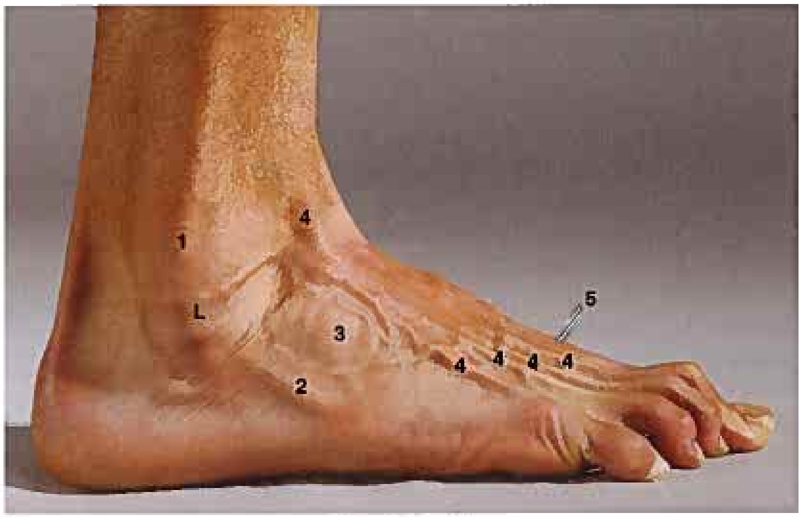
FIGURA 5-76. Anatomía de superficie del pie. A. Detalles visibles. **B.** Estructuras subyacentes.

Clave para (C):

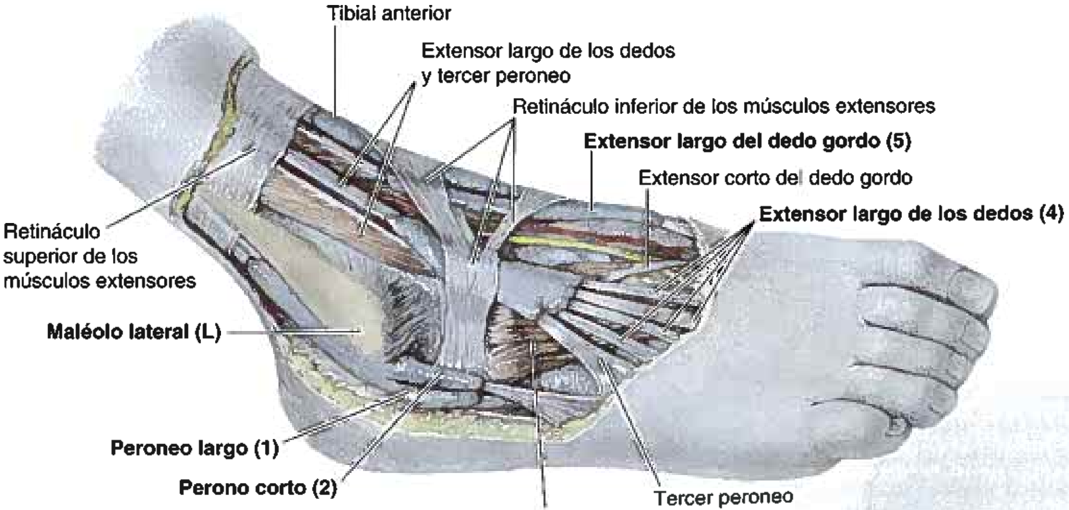
1 Abductor del dedo gordo
2 Bola del pie
3 Tendón calcáneo
4 Tendón del extensor largo del dedo gordo
5 Maléolo medial
6 Arco longitudinal medial del pie
7 Tuberosidad del navicular
8 Sustentáculo del astrágalo
9 Tendón del tibial anterior
10 Tendón del tibial posterior
11 Cabeza del 1.er metatarsiano


9
10
4
5
3
9
10
4
10
7
8
4
1
6
11
2

(C) Vista medial


4
1
5
L
3
4
4
4
4
2

(D) Vista lateral


Tibial anterior
Extensor largo de los dedos y tercer peroneo
Retináculo inferior de los músculos extensores
Extensor largo del dedo gordo (5)
Extensor corto del dedo gordo
Extensor largo de los dedos (4)
Retináculo superior de los músculos extensores
Maléolo lateral (L)
Peroneo largo (1)
Perono corto (2)
Tercer peroneo
Extensor corto de los dedos (3)

(E) Vista superolateral

FIGURA 5-76. *(Continuación)* **Anatomía de superficie del pie. C y D.** Detalles visibles. **E.** Estructuras subyacentes. Los números y la letra entre paréntesis que aparecen en **(E)** se refieren a las estructuras identificadas en **(D)**.

Los tendones de la cara anterior del tobillo (de medial a lateral) son fáciles de palpar cuando el pie se encuentra en flexión dorsal (fig. 5-76A a C):

- El gran *tendón del tibial anterior* abandona el retináculo superior de los músculos extensores y a partir de ese nivel queda recubierto por una vaina sinovial continua; se puede seguir hasta su inserción en el 1.^{er} cuneiforme y la base del 1.^{er} metatarsiano.
- El *tendón del extensor largo del dedo gordo*, claramente visible cuando se flexiona dorsalmente el dedo gordo contra resistencia, se puede seguir hasta su inserción en la base de la falange distal del dedo gordo.
- Los *tendones del extensor largo de los dedos* se pueden seguir fácilmente hasta sus inserciones en los cuatro dedos laterales.
- El *tendón del tercer peroneo* también se puede seguir hasta su inserción en la base del 5.^{o} metatarsiano. Este músculo es de escasa importancia y puede no estar presente.

PIE

Fascitis plantar

En general, la *fascitis plantar* (inflamación de la fascia plantar) se debe a un mecanismo de uso excesivo. Puede aparecer cuando se corren carreras o se practican ejercicios aeróbicos de alto impacto, especialmente si se utiliza un calzado inadecuado. La fascitis plantar es el problema del retropié que afecta con mayor frecuencia a los corredores. Cursa con dolor en la cara plantar del pie y el talón. El dolor suele ser más intenso al sentarse y cuando se empieza a caminar por la mañana. Normalmente desaparece al cabo de 5 a 10 minutos de actividad y en general vuelve a aparecer después de descansar.

La palpación es dolorosa en la inserción proximal de la aponeurosis en la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo y en la cara medial de este hueso. El dolor aumenta con la extensión pasiva del dedo gordo y se puede exacerbar aún más si se flexiona dorsalmente la articulación talocrural y/o se carga peso.

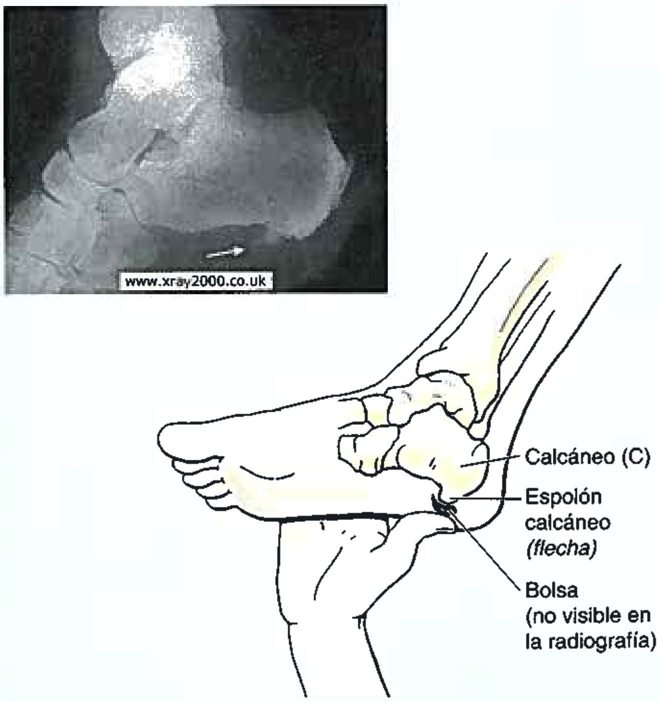

www.xray2000.co.uk
Calcáneo (C)
Espolón calcáneo *(flecha)*
Bolsa (no visible en la radiografía)

FIGURA C5-26.

Si un *espolón calcáneo* (formación ósea anómala) protruye desde la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo, es probable que la fascitis plantar provoque dolor en la parte medial del pie cuando se camina (fig. C5-26). En general, en el extremo del espolón se forma una bolsa que puede inflamarse y doler.

Infecciones del pie

Las infecciones del pie son frecuentes, especialmente en estaciones, climas y culturas en que se utiliza menos el calzado. Una herida punzante a la que no se haya prestado atención puede desencadenar una importante infección profunda que provoque hinchazón, dolor y fiebre.

Las infecciones profundas del pie se suelen localizar en los compartimientos situados entre las capas musculares. Las infecciones consolidadas en uno de los espacios fasciales o musculares circunscritos con frecuencia requieren tratamiento quirúrgico mediante incisión y drenaje. Siempre que sea posible, la incisión se debe practicar en la parte medial del pie, superiormente al abductor del dedo gordo, para poder visualizar las estructuras vasculonerviosas importantes y evitar que se forme una cicatriz dolorosa en un área sometida a carga de peso.

Contusión del extensor corto de los dedos

Los extensores cortos de los dedos y del dedo gordo tienen una escasa relevancia desde el punto de vista funcional. Clínicamente, es importante conocer la localización del vientre del extensor corto de los dedos para poderlo diferenciar de un edema anormal. Las contusiones y desgarros de sus fibras y de los vasos sanguíneos asociados provocan *hematomas*, que generan edema en la región situada anteromedialmente al maléolo lateral. Muchas personas que no han visto inflamaciones de este músculo creen que se trata de un importante esguince del tobillo.

Injertos de nervio sural

Con frecuencia se utilizan porciones del nervio sural como injertos, por ejemplo en intervenciones de reparación de lesiones nerviosas provocadas por heridas. En general, el cirujano puede localizar este nervio por su relación con la vena safena menor (fig. 5-74B). Debido a las variaciones en el nivel donde se forma el nervio sural, es posible que el cirujano se vea obligado a practicar incisiones en ambas piernas para luego seleccionar el mejor candidato.

Bloqueo anestésico del nervio peroneo superficial

Una vez que el nervio peroneo superficial perfora la fascia profunda para convertirse en un nervio cutáneo, se divide en sus ramos cutáneos medial e intermedio. En las personas delgadas, estos ramos suelen formar estrías visibles o palpables por debajo de la piel cuando el pie se encuentra en flexión plantar. Si en las intervenciones quirúrgicas superficiales se inyecta un fármaco anestésico alrededor de estos ramos en la región del tobillo, por delante de la porción palpable del peroné, se induce una anestesia de la piel del dorso del pie (excepto en la membrana interdigital y las superficies adyacentes de los dedos primero y segundo) más completa y eficaz que la que se consigue cuando se aplica un número mayor de inyecciones locales en el dorso del pie.

Reflejo plantar

El **reflejo plantar** (raíces nerviosas de L4, L5, S1 y S2) es un reflejo miotático (tendinoso profundo) que se evalúa de forma sistemática en las exploraciones neurológicas. Para inducirlo se toca suavemente la parte lateral de la planta del pie con un objeto romo (p. ej., un depresor lingual), desde el talón hasta la base del dedo gordo. El movimiento debe ser firme y continuo, pero sin provocar dolor ni cosquillas. Lo normal es observar un movimiento de flexión de los dedos. La separación ligera de los cuatro dedos laterales con flexión dorsal del dedo gordo es una respuesta anormal (*signo de Babinski*), que si aparece en adultos indica la presencia de una lesión o enfermedad cerebral. En el recién nacido, los tractos corticoespinales no están desarrollados completamente, y por ello es habitual observar el signo de Babinski, que puede estar presente hasta los 4 años de edad (excepto en lactantes con lesiones o enfermedades cerebrales).

Atrapamiento del nervio plantar medial

La compresión irritativa del nervio plantar medial en su trayecto profundo al retináculo de los músculos flexores o en su incurvación profunda al abductor del dedo gordo puede provocar dolor, quemazón, entumecimiento y hormigueos (parestesias) en la parte medial de la planta del pie y en la región de la tuberosidad del navicular. Puede producirse una *compresión del nervio plantar medial* como consecuencia de la práctica de eversiones repetitivas del pie (p. ej., en la gimnasia y en la carrera). Debido a su frecuencia en las personas que practican carreras, este síndrome se ha denominado «pie del corredor».

Palpación del pulso de la arteria dorsal del pie

El *pulso de la arteria dorsal del pie* (pulso pedio) se examina durante la exploración física del sistema vascular periférico. Este pulso se puede palpar si el pie se encuentra en una ligera flexión dorsal. En general es fácil de localizar, ya que la arteria dorsal del pie es subcutánea y discurre por una línea que va desde el retináculo de los músculos extensores hasta un punto situado justo lateral a los tendones del extensor largo del dedo gordo (Swartz, 2006) (fig. C5-27). La atenuación o la ausencia del pulso de la arteria dorsal del pie suele ser signo de una insuficiencia vascular secundaria a una arteriopatía. Los cinco *signos de una oclusión arterial aguda son dolor, palidez, parestesias, parálisis y ausencia de pulso.* En algunos adultos sanos (e incluso en algunos niños) *de forma congénita no se palpa el pulso de la arteria dorsal del pie;* normalmente, esta variante es bilateral. En tales casos, en lugar de la arteria dorsal del pie existe una arteria peronea perforante aumentada de tamaño.

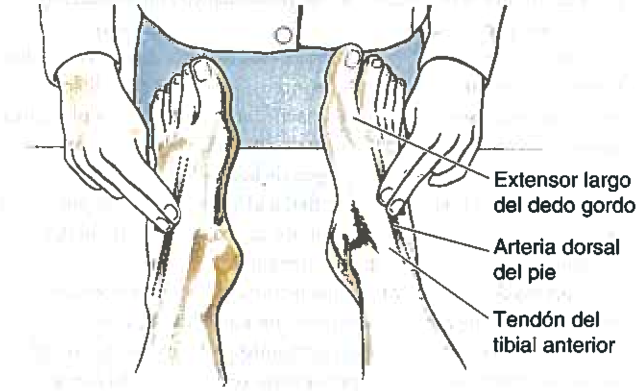


FIGURA C5-27.

Heridas hemorrágicas de la planta del pie

Las heridas penetrantes de la planta del pie que afectan al arco plantar profundo o sus ramas normalmente provocan hemorragias graves, típicamente en ambos extremos de la arteria seccionada debido a sus abundantes anastomosis. Es difícil ligar el arco profundo debido a su situación profunda y a las estructuras que lo rodean.

Linfadenopatías

Las infecciones del pie se pueden diseminar proximalmente y provocar un aumento de tamaño de los nódulos linfáticos poplíteos e inguinales (*linfadenopatías*). Las infecciones de la parte lateral del pie inicialmente provocan aumento de tamaño de los nódulos linfáticos poplíteos (*linfadenopatías poplíteas*); más tarde también pueden aumentar de tamaño los nódulos linfáticos inguinales.

La aparición de *linfadenopatías inguinales* sin afectación de los nódulos linfáticos poplíteos puede deberse a la presencia de una infección de la parte medial del pie, la pierna o el muslo; no obstante, el aumento de tamaño de estos nódulos también puede deberse a la presencia de una infección o un tumor en la vulva, el pene, el escroto, el periné, la región glútea o las porciones terminales de la uretra, el conducto anal o la vagina.

Puntos fundamentales

PIE

Músculos del pie. Los músculos intrínsecos de la cara plantar del pie se disponen en cuatro capas y se dividen en cuatro compartimientos fasciales. ◆ El compartimiento central está recubierto por una resistente aponeurosis plantar que contribuye pasivamente al mantenimiento de los arcos y, junto con el tejido adiposo firmemente adherido, protege los vasos y los nervios de la compresión. ◆ Existen semejanzas con la disposición de los músculos de la palma de la mano, pero los del pie más bien suelen responder como grupo y no tanto de forma individual, ya que con su acción mantienen el arco longitudinal del pie o empujan una porción de éste con mayor fuerza contra el suelo para mantener el equilibrio. ◆ Los movimientos de abducción y aducción producidos por los interóseos se aplican sobre el 2.° dedo o más allá de éste. ◆ El pie está dotado de dos músculos intrínsecos en su cara dorsal que intensifican la acción de los músculos extensores largos. ◆ Los músculos intrínsecos plantares ejercen su función en toda la fase de apoyo de la marcha, desde el golpe de talón hasta el despegue de los dedos, y oponen resistencia a las fuerzas que tienden a abrir los arcos del pie. ◆ Estos músculos son especialmente activos en la fijación del antepié medial para el despegue propulsor.

Nervios del pie. Los músculos intrínsecos plantares están inervados por los nervios plantares medial y lateral, y los dorsales por el nervio peroneo profundo. ◆ La mayor parte del dorso del pie recibe inervación cutánea procedente del *nervio peroneo superficial.* Las excepciones son la membrana interdigital y las caras adyacentes de los dedos 1.° y 2.°, cuya inervación la proporciona el *nervio peroneo profundo* una vez que ha inervado los músculos del dorso del pie. ◆ La piel de los bordes medial y lateral del pie está inervada por los *nervios safeno y sural,* respectivamente. ◆ La cara plantar del pie recibe inervación de los *nervios plantares medial* (más grande) y *lateral* (más pequeño). ◆ El *nervio plantar medial* inerva más territorio cutáneo (la cara plantar de los tres dedos y medio mediales y la planta adyacente), pero menos músculos (sólo los de la parte medial del dedo gordo y el 1.^{er} lumbrical) que el *nervio plantar lateral.* ◆ El nervio plantar lateral inerva el resto de los músculos y la piel de la cara plantar. ◆ La distribución de los nervios plantares medial y lateral en la planta del pie es comparable a la de los nervios mediano y cubital en la palma de la mano.

Arterias del pie. Las arterias dorsal y plantares del pie son ramas terminales de las arterias tibiales anterior y posterior, respectivamente. ◆ La arteria dorsal del pie irriga todo el dorso del pie y, a través de la arteria arqueada, la parte proximal de la cara dorsal de los dedos. También contribuye a la formación del arco plantar profundo mediante la arteria plantar profunda (una de sus ramas terminales). ◆ Las arterias plantares medial (más pequeña) y lateral (más grande) irrigan la cara plantar del pie; esta última discurre en planos vasculares entre las capas primera y segunda, y después, ya como arco plantar, entre las capas tercera y cuarta de los músculos intrínsecos. ◆ Las anastomosis entre las arterias dorsal del pie y plantares son abundantes e importantes para la salud del pie. ◆ Si no se tiene en cuenta que faltaría un arco plantar superficial, el patrón arterial del pie es similar al que se observa en la mano.

Vasos eferentes del pie. El drenaje venoso del pie sigue en gran medida un trayecto superficial para dirigirse al dorso del pie, y luego medialmente hacia la vena safena mayor o lateralmente hacia la vena safena menor. ◆ Desde estas venas se originan venas perforantes que derivan la sangre hacia las venas profundas de la pierna y del muslo, y así participan en la bomba musculovenosa. ◆ Los vasos que transportan la linfa procedente del pie se dirigen hacia las venas superficiales que drenan el pie y luego las siguen en su trayecto. ◆ La linfa procedente de la parte medial del pie sigue a la vena safena mayor y drena directamente en los nódulos linfáticos inguinales superficiales. ◆ La linfa procedente de la parte lateral del pie sigue a la vena safena menor y drena inicialmente en los nódulos linfáticos poplíteos, y luego, a través de vasos linfáticos profundos, en los nódulos inguinales profundos.

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO INFERIOR

El conjunto de articulaciones del miembro inferior abarca las articulaciones de la cintura pélvica (lumbosacras, sacroilíacas, y sínfisis púbica), que ya se describieron en el capítulo 3. El resto son las de la cadera, de la rodilla, tibioperoneas, talocrural y del pie (fig. 5-77).

Articulación de la cadera

La **articulación de la cadera** forma la conexión entre el miembro inferior y la cintura pélvica (fig. 5-77A). Es una articulación sinovial fuerte y estable de tipo esferoideo multiaxial. La cabeza del fémur es la esfera, y el acetábulo la cavidad en que se articula (fig. 5-78). La articulación de la cadera está diseñada para ser estable en una amplia variedad de movimientos. Junto con la articulación del hombro (glenohumeral), es la más móvil de todas las del cuerpo. Durante la bipedestación, todo el peso de la parte superior del cuerpo se transmite a través de los huesos coxales a las cabezas y los cuellos de los fémures.

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

La redondeada cabeza del fémur se articula con el acetábulo en forma de copa del hueso coxal (figs. 5-77 a 5-80). La *cabeza del fémur* forma aproximadamente dos terceras partes de una esfera. Excepto en la *fosita de la cabeza del fémur* (fosita para el ligamento de la cabeza del fémur), toda ella está recubierta de cartílago articular, que es más grueso en las áreas sometidas a carga de peso.

El *acetábulo,* un hueco hemisférico situado en la cara lateral del hueso coxal, está formado por la fusión de tres partes óseas

(*El texto continúa en p. 629*)

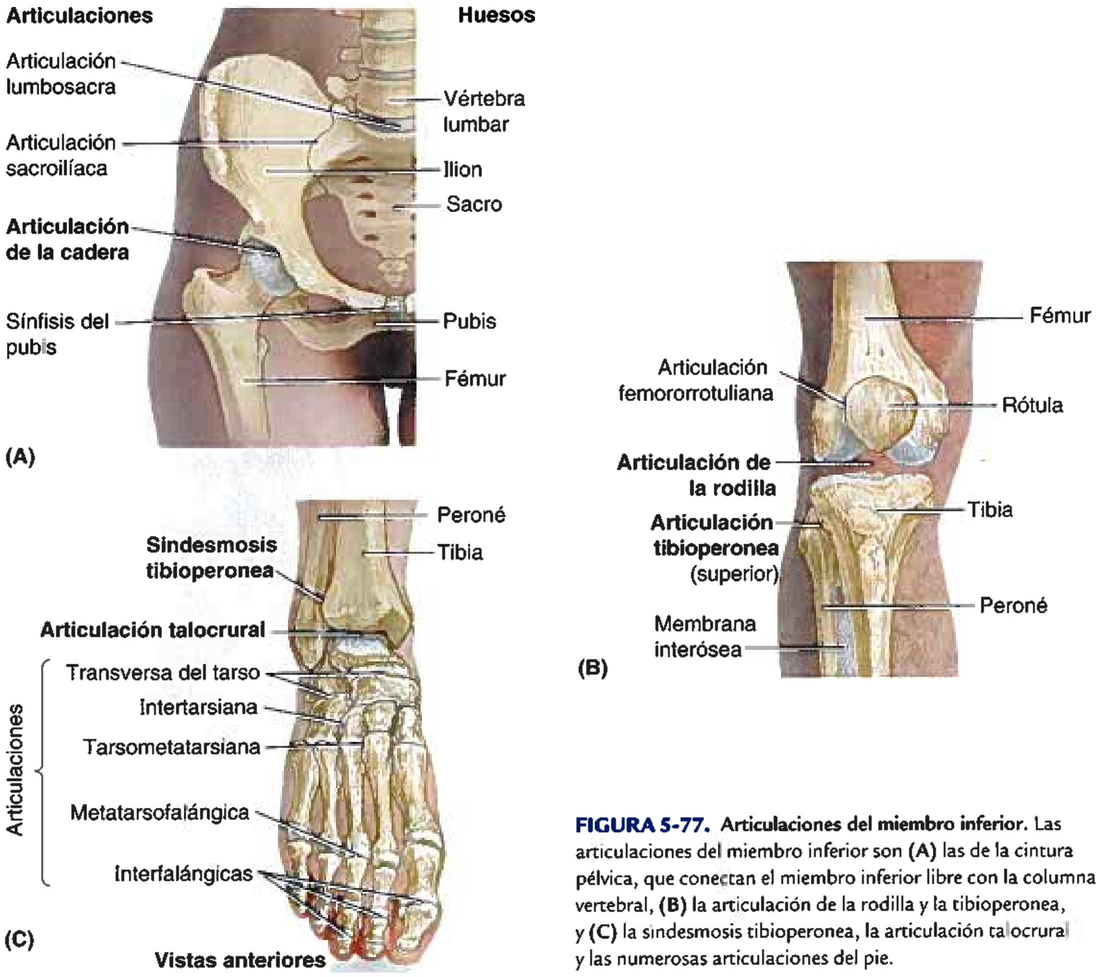

Articulaciones
Huesos
Articulación lumbosacra
Vértebra lumbar
Articulación sacroilíaca
Ilion
Sacro
Articulación de la cadera
Sínfisis del pubis
Pubis
Fémur
(A)
Fémur
Articulación femororrotuliana
Rótula
Articulación de la rodilla
Articulación tibioperonea (superior)
Tibia
Peroné
Membrana interósea
(B)
Peroné
Tibia
Sindesmosis tibioperonea
Articulación talocrural
Articulaciones
Transversa del tarso
Intertarsiana
Tarsometatarsiana
Metatarsofalángica
Interfalángicas
(C)
Vistas anteriores

FIGURA 5-77. Articulaciones del miembro inferior. Las articulaciones del miembro inferior son **(A)** las de la cintura pélvica, que conectan el miembro inferior libre con la columna vertebral, **(B)** la articulación de la rodilla y la tibioperonea, y **(C)** la sindesmosis tibioperonea, la articulación talocrural y las numerosas articulaciones del pie.

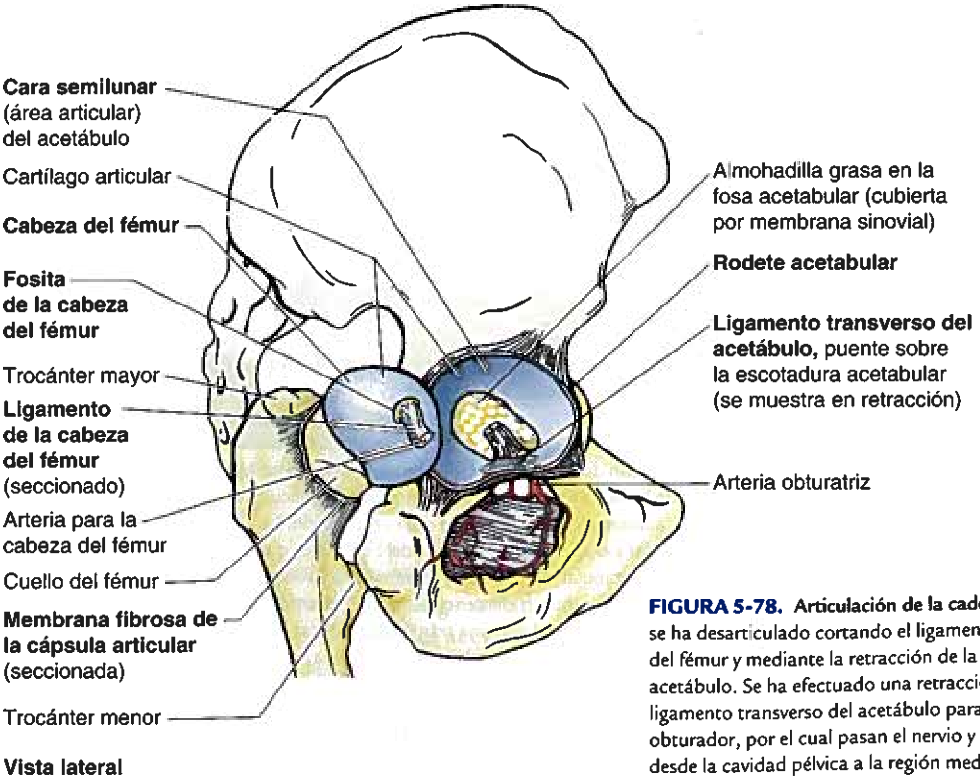
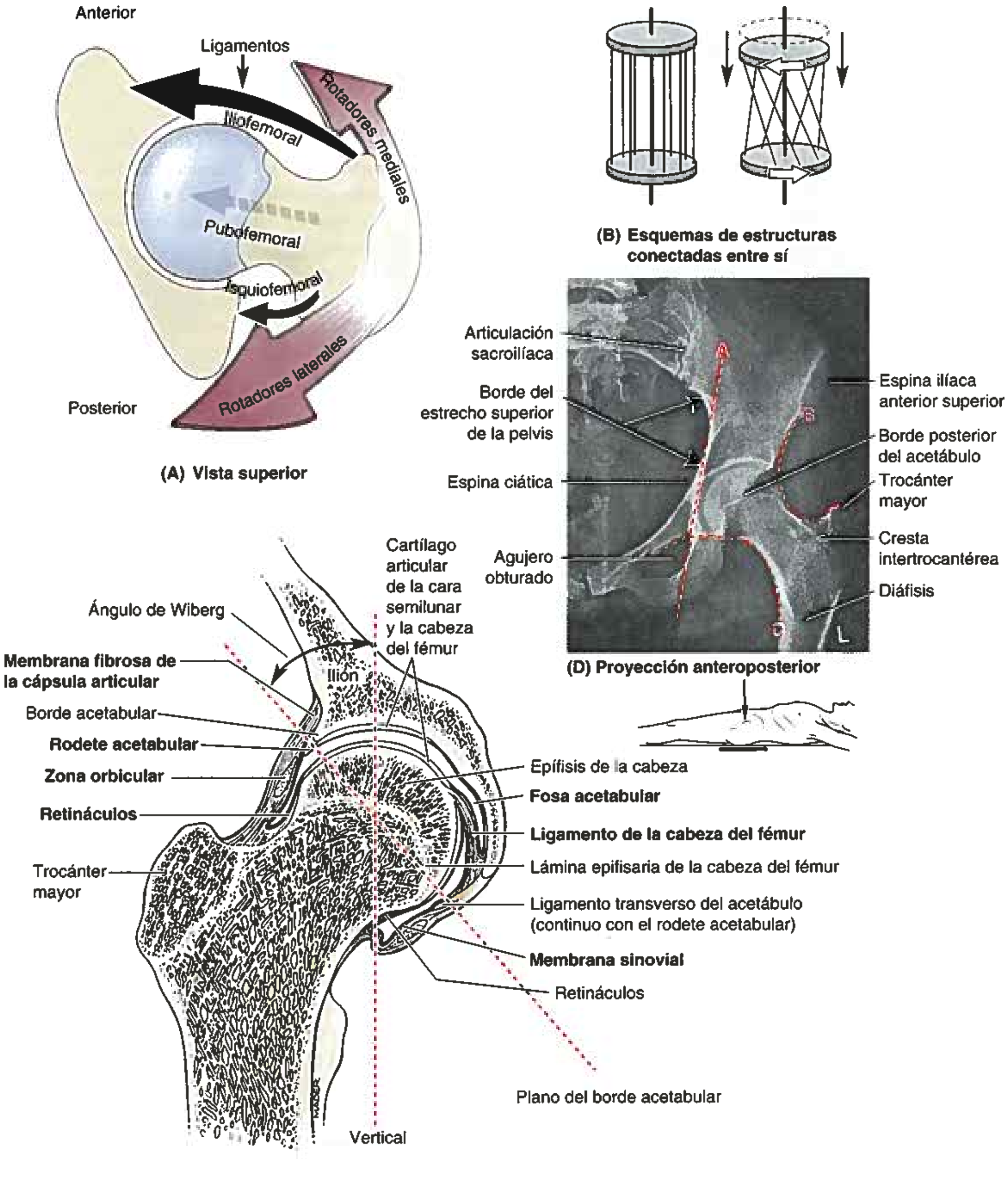

Cara semilunar (área articular) del acetábulo
Cartílago articular
Cabeza del fémur
Fosita de la cabeza del fémur
Trocánter mayor
Ligamento de la cabeza del fémur (seccionado)
Arteria para la cabeza del fémur
Cuello del fémur
Membrana fibrosa de la cápsula articular (seccionada)
Trocánter menor
Vista lateral
Almohadilla grasa en la fosa acetabular (cubierta por membrana sinovial)
Rodete acetabular
Ligamento transverso del acetábulo, puente sobre la escotadura acetabular (se muestra en retracción)
Arteria obturatriz

FIGURA 5-78. Articulación de la cadera. La articulación se ha desarticulado cortando el ligamento de la cabeza del fémur y mediante la retracción de la cabeza desde el acetábulo. Se ha efectuado una retracción superior del ligamento transverso del acetábulo para mostrar el conducto obturador, por el cual pasan el nervio y los vasos obturadores desde la cavidad pélvica a la región medial del muslo.


Anterior
Ligamentos
Iliofemoral
Rotadores mediales
Pubofemoral
Isquiofemoral
Rotadores laterales
Posterior
Articulación sacroilíaca
Borde del estrecho superior de la pelvis
Espina ciática
Agujero obturado
Espina ilíaca anterior superior
Borde posterior del acetábulo
Trocánter mayor
Cresta intertrocantérea
Diáfisis
A
B
C
L
Cartílago articular de la cara semilunar y la cabeza del fémur
Ángulo de Wiberg
Membrana fibrosa de la cápsula articular
Borde acetabular
Rodete acetabular
Zona orbicular
Retináculos
Trocánter mayor
Ilion
Epífisis de la cabeza
Fosa acetabular
Ligamento de la cabeza del fémur
Lámina epifisaria de la cabeza del fémur
Ligamento transverso del acetábulo (continuo con el rodete acetabular)
Membrana sinovial
Retináculos
Plano del borde acetabular
Vertical

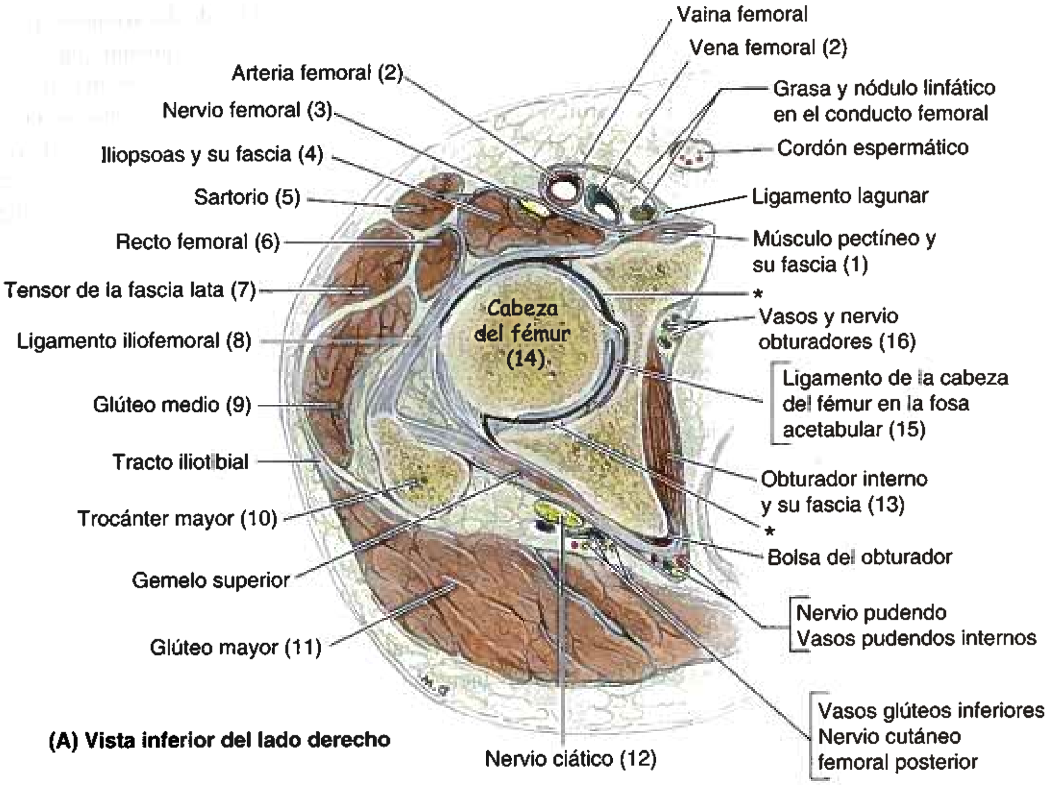
(A) Vista superior

(B) Esquemas de estructuras conectadas entre sí

(D) Proyección anteroposterior

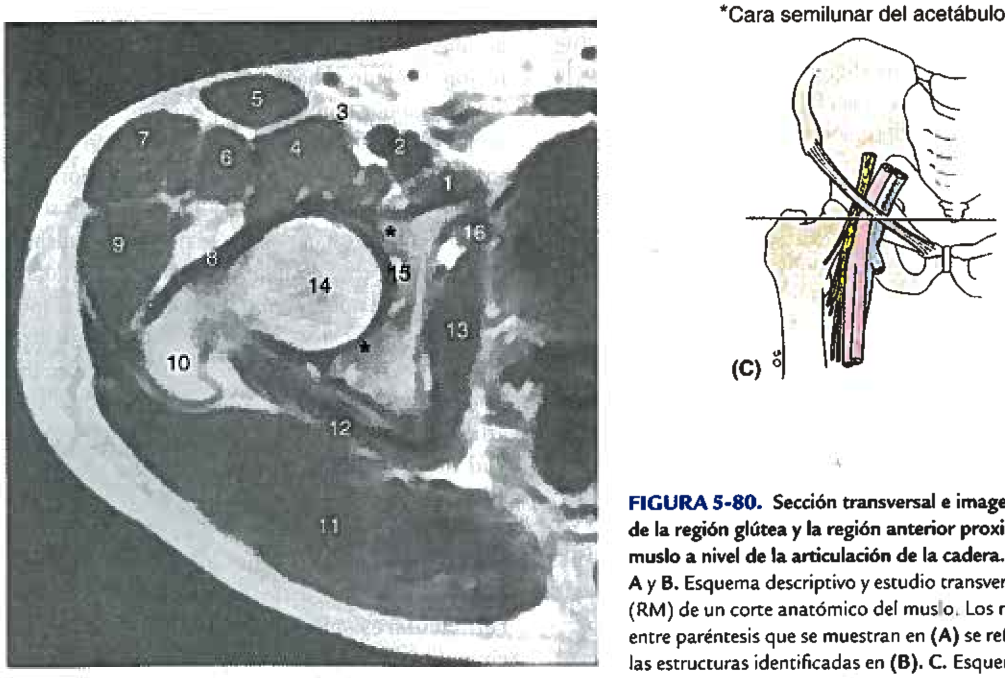
(C) Vista anterior de una sección frontal

FIGURA 5-79. Factores que aumentan la estabilidad de la articulación de la cadera. A. Esta vista superior de la articulación de la cadera muestra el empuje medial y recíproco de los músculos periarticulares (rotadores mediales y laterales; *flechas de color granate*) y los ligamentos intrínsecos de la articulación de la cadera *(flechas negras)* sobre el fémur. Las fuerzas relativas se indican por la anchura de las flechas: anteriormente, los músculos son menos abundantes, pero los ligamentos son potentes; posteriormente, predomina la musculatura. **B.** Las fibras paralelas que unen los discos se parecen a las que constituyen la membrana fibrosa, con aspecto de tubo, de la cápsula articular de la cadera. Cuando un disco (el fémur) rota con respecto al otro (el acetábulo), las fibras se vuelven cada vez más oblicuas y acercan los discos. Del mismo modo, la extensión de la articulación de la cadera aumenta la oblicuidad de las fibras de la membrana fibrosa, empujando la cabeza y el cuello femorales en el interior del acetábulo, aumentando la estabilidad de la articulación. La flexión desenrolla las fibras de la cápsula. **C.** En la sección frontal de la articulación de la cadera, el rodete acetabular y el ligamento transverso del acetábulo, que conectan la escotadura acetabular (y se incluyen en el plano de sección que se muestra aquí), extienden el borde acetabular de modo que se forma una cavidad completa. Así, el complejo acetabular engloba la cabeza del fémur. La epífisis de la cabeza femoral se encuentra totalmente en el interior de la cápsula articular. La parte ósea gruesa del ilion (que sostiene el peso) suele encontrarse directamente superior a la cabeza del fémur, para lograr una transferencia eficaz del peso a este último (fig. 5-3). El ángulo de Wiberg (v. texto) se usa radiográficamente para determinar el grado en que el acetábulo sobresale por encima de la cabeza del fémur. **D.** Para la detección de alteraciones de la cadera (luxaciones, fracturas o deslizamiento epifisario) se utilizan diferentes líneas y curvaturas. La línea de Kohler (A) suele ser tangencial al estrecho superior de la pelvis y al agujero obturado. La fosa acetabular debe situarse lateralmente con respecto a esta línea. Una fosa que atraviese la línea sugiere una fractura acetabular y un desplazamiento interno. La línea de Shenton (B) y la línea iliofemoral (C) deben observarse en una radiografía anteroposterior normal como líneas suaves y continuas, bilateralmente simétricas. La línea de Shenton es una indicación radiográfica del ángulo de inclinación.


Vaina femoral
Vena femoral (2)
Arteria femoral (2)
Nervio femoral (3)
Grasa y nódulo linfático en el conducto femoral
Cordón espermático
Iliopsoas y su fascia (4)
Sartorio (5)
Ligamento lagunar
Recto femoral (6)
Músculo pectíneo y su fascia (1)
Tensor de la fascia lata (7)
*
Cabeza del fémur (14)
Vasos y nervio obturadores (16)
Ligamento iliofemoral (8)
Ligamento de la cabeza del fémur en la fosa acetabular (15)
Glúteo medio (9)
Tracto iliotibial
Obturador interno y su fascia (13)
Trocánter mayor (10)
*
Bolsa del obturador
Gemelo superior
Nervio pudendo
Vasos pudendos internos
Glúteo mayor (11)
Vasos glúteos inferiores
Nervio cutáneo femoral posterior
Nervio ciático (12)

(A) Vista inferior del lado derecho

*Cara semilunar del acetábulo


5
3
7
6
4
2
1
*
16
9
8
14
15
13
*
10
12
11
(C)

(B) Vista inferior del lado derecho

FIGURA 5-80. Sección transversal e imagen de RM de la región glútea y la región anterior proximal del muslo a nivel de la articulación de la cadera. **A y B.** Esquema descriptivo y estudio transversal (RM) de un corte anatómico del muslo. Los números entre paréntesis que se muestran en **(A)** se refieren a las estructuras identificadas en **(B)**. **C.** Esquema que muestra el nivel de la sección.

(v. fig. 5-5). El **borde acetabular,** fuerte y prominente, consta de una parte articular semilunar recubierta de cartílago articular que se conoce con el nombre de **cara semilunar del acetábulo** (figs. 5-78 a 5-80). El borde acetabular y la cara semilunar forman aproximadamente tres cuartas partes de un círculo; el segmento inferior que falta para completar el círculo es la **escotadura acetabular.**

El **rodete acetabular** es un aro fibrocartilaginoso en forma de labio que se inserta en el borde del acetábulo y aumenta el área articular de éste en casi un 10 %. El **ligamento transverso del acetábulo** es una continuación del rodete acetabular que forma un puente sobre la escotadura acetabular (figs. 5-78 y 5-79C). Como resultado de la altura añadida por el borde y el rodete, dentro del acetábulo queda alojada más de la mitad de la cabeza del fémur (figs. 5-79C y 5-80). Por ello, en las disecciones se debe practicar una incisión para separar la cabeza del fémur del borde acetabular y así poder desarticular la cadera. Centralmente se encuentra una parte profunda no articular, que se denomina **fosa acetabular** y está formada principalmente por el isquion (figs. 5-78, 5-79C y 5-80). Esta fosa tiene una pared delgada (con frecuencia translúcida) y se continúa inferiormente con la escotadura acetabular.

La máxima congruencia entre las superficies articulares del acetábulo y la cabeza del fémur se observa cuando la articulación de la cadera se encuentra a 90° de flexión, 5° de abducción y 10° de rotación lateral (es la posición en que el eje del acetábulo se encuentra alineado con el de la cabeza y el cuello del fémur), ¡que es la posición cuadrúpeda!

En otras palabras, al asumir la posición erguida se sacrificó un grado de estabilidad articular relativamente pequeño para maximizar el soporte del peso en bipedestación. Aun así, la articulación de la cadera es la más estable del organismo por su arquitectura completamente esferoidea (la profundidad del receptáculo), la resistencia de su cápsula articular y las inserciones de los músculos que la cruzan, muchos de los cuales se localizan a una cierta distancia del centro de movimiento (Palastanga *et al.*, 2002).

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

La articulación de la cadera está envuelta por una resistente **cápsula articular** formada por una laxa *membrana fibrosa* externa y una *membrana sinovial* interna (fig. 5-79C). Proximalmente, la membrana fibrosa se inserta en el acetábulo justo en la periferia del anillo al cual se une el rodete acetabular, y en el ligamento transverso del acetábulo (figs. 5-79C y 5-81A, C y D). Distalmente, la membrana fibrosa se inserta en el cuello femoral, aunque sólo anteriormente, a lo largo de la *línea intertrocantérea* y la raíz del trocánter mayor (fig. 5-81B). Posteriormente, la membrana fibrosa cruza el cuello proximalmente a la *cresta intertrocantérea*, pero no se inserta en ella.

La mayor parte de las fibras de la membrana fibrosa de la cápsula siguen un trayecto espiral desde el hueso coxal hasta la línea intertrocantérea del fémur, pero algunas fibras profundas se enrollan alrededor del cuello y forman la **zona orbicular** (figs. 5-79C y 5-81D). Las partes engrosadas de la membrana fibrosa forman los **ligamentos de la articulación de la cadera,** que discurren en espiral desde la pelvis hasta el fémur (fig. 5-81A, C y D). Los movimientos de extensión enrollan los ligamentos y fibras espirales y los tensan más, con lo cual la cápsula se constriñe y tira fuertemente de la cabeza del fémur hacia el interior del acetábulo (fig. 5-79B). Esta mayor tensión de la membrana fibrosa aumenta la estabilidad de la articulación, pero restringe su extensión a 10°-20° más allá de la posición vertical. La amplitud de la flexión es mayor porque en ella se desenrollan progresivamente los ligamentos y fibras espirales y aumenta cada vez más la movilidad de la articulación.

De los tres ligamentos intrínsecos de la cápsula articular descritos a continuación, el primero es el que refuerza y consolida la articulación:

- *Anterior y superiormente* se encuentra el robusto **ligamento iliofemoral,** en forma de Y, que se inserta en la espina ilíaca anterior inferior y el borde del acetábulo proximalmente, y en la línea intertrocantérea distalmente (fig. 5-81A y C). Este ligamento, del cual se dice que es el más resistente del cuerpo, evita la hiperextensión de la articulación de la cadera durante la bipedestación porque «enrosca» la cabeza del fémur en el acetábulo mediante el mecanismo antes descrito.
- *Anterior e inferiormente* se encuentra el **ligamento pubofemoral,** que se origina en la cresta obturadora del pubis y discurre en dirección lateral e inferior para fusionarse con la membrana fibrosa de la cápsula articular (fig. 5-81A). Este ligamento se mezcla con la parte medial del ligamento iliofemoral y se tensa durante la extensión y la abducción de la articulación de la cadera. El ligamento pubofemoral evita la sobreabdución de la articulación de la cadera.
- *Posteriormente* se encuentra el **ligamento isquiofemoral,** que se origina en la porción isquiática del borde del acetábulo (fig. 5-81D) y es el más débil de los tres. Sus fibras espirales siguen un trayecto superolateral en dirección hacia el cuello del fémur, medialmente a la base del trocánter mayor.

El tamaño relativo, la resistencia y las posiciones de los tres ligamentos de la articulación de la cadera se muestran en la figura 5-79A. Los ligamentos y músculos periarticulares (rotadores mediales y laterales del muslo) desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la integridad estructural de la articulación.

Ambos grupos de músculos y ligamentos tiran medialmente de la cabeza del fémur hacia el interior del acetábulo y se equilibran recíprocamente al hacerlo. Los flexores mediales, que se localizan anteriormente, son menos numerosos, más débiles y están menos aventajados mecánicamente, mientras que los ligamentos anteriores son los más potentes. Por contra, posteriormente los ligamentos son más débiles, pero los rotadores mediales son más abundantes, más potentes y están más aventajados mecánicamente.

Todas las articulaciones sinoviales están dotadas de una membrana sinovial que reviste la cara interna de la membrana fibrosa y todas las superficies óseas intracapsulares que no están recubiertas de cartílago articular. Así pues, como en la articulación de la cadera la membrana fibrosa se inserta en el fémur a distancia del cartílago articular que recubre la cabeza del fémur, la **membrana sinovial de la articulación de la cadera** se refleja proximalmente a lo largo del cuello del fémur para terminar en el borde de su cabeza. La membrana sinovial que recubre el cuello del fémur forma una serie de pliegues longitudinales denominados **retináculos** (fig. 5-79C). Estos pliegues sinoviales contienen **arterias retinaculares** subsinoviales (principalmente ramas de la arteria circunfleja femoral medial, y algunas de la lateral) que irrigan la cabeza y el cuello del fémur (fig. 5-82).

El **ligamento de la cabeza del fémur** (figs. 5-78, 5-79C, 5-80 y 5-82) es básicamente un pliegue sinovial que contiene un vaso sanguíneo; tiene poca resistencia y su relevancia en la estabilización de la articulación de la cadera es escasa. Su extremo ancho se inserta en los márgenes de la escotadura acetabular y en el ligamento transverso del acetábulo, y su extremo estrecho lo hace en la *fosita de la cabeza del fémur.*

Normalmente, el ligamento contiene una pequeña arteria para la cabeza del fémur. Una *almohadilla de tejido adiposo* rellena la

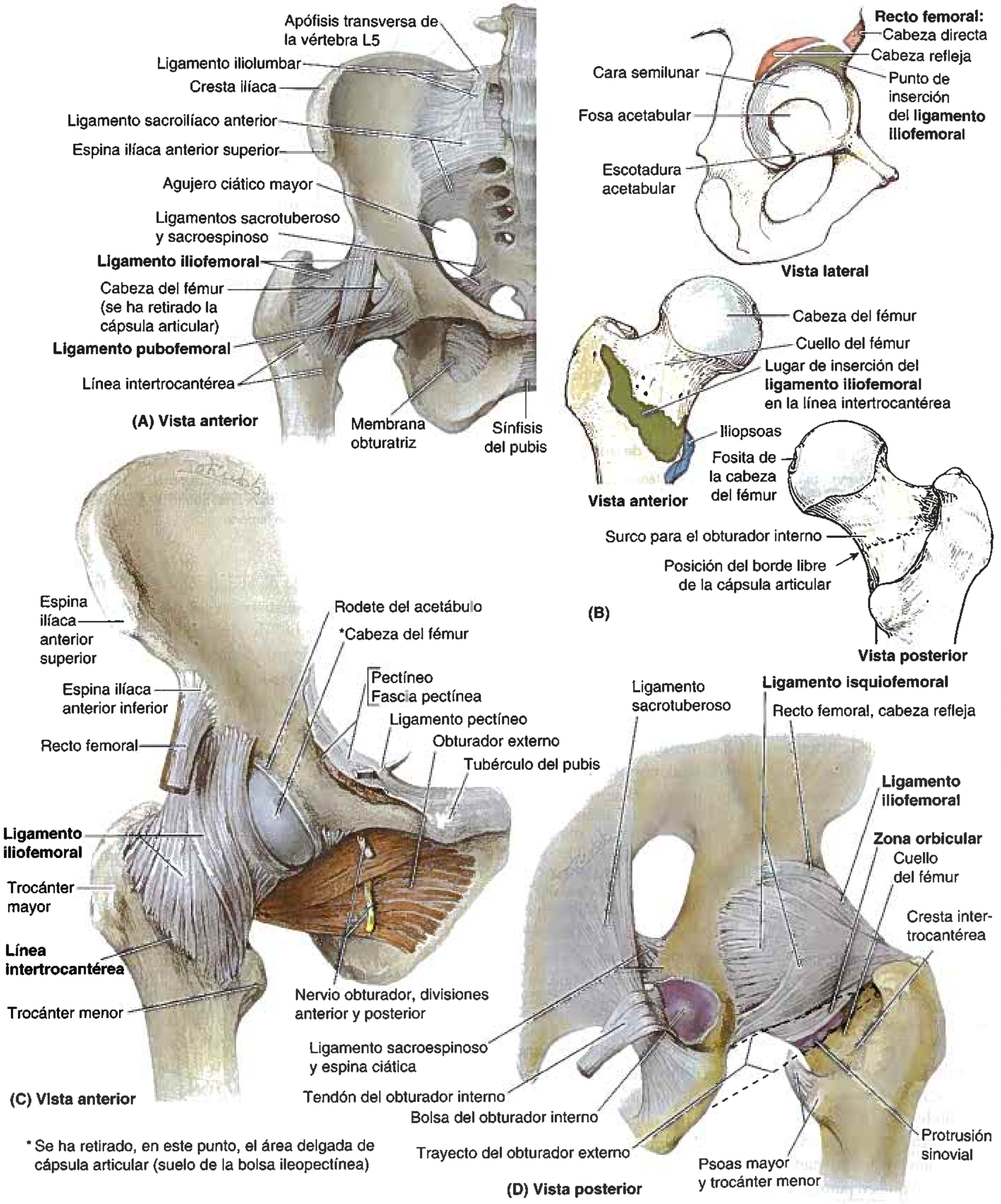
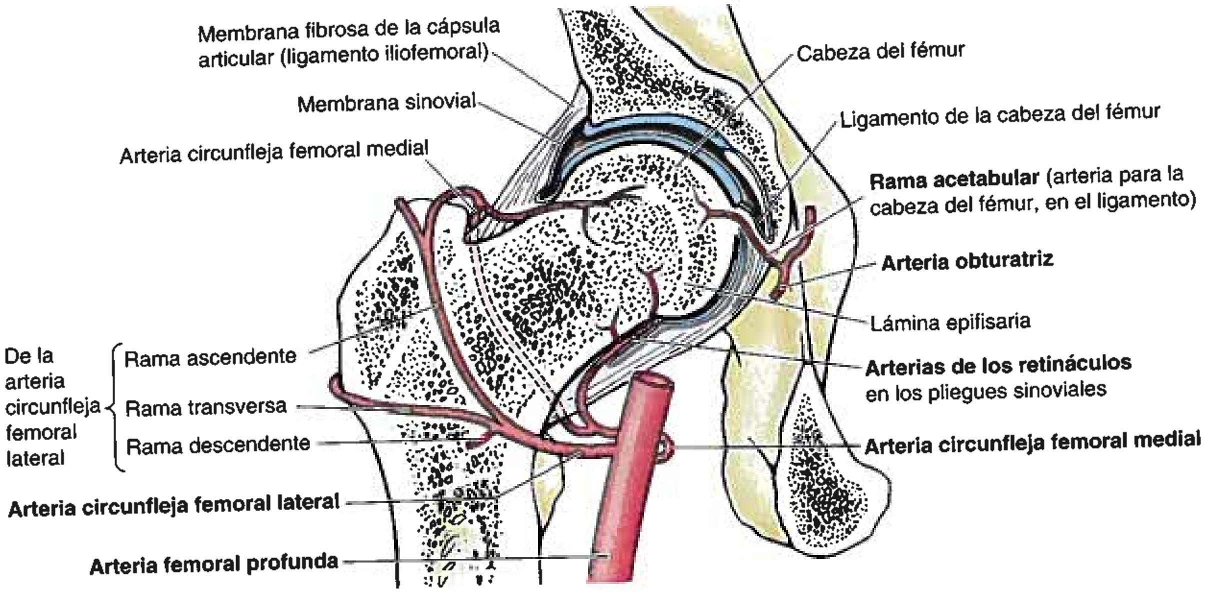

Apófisis transversa de la vértebra L5
Ligamento iliolumbar
Cresta ilíaca
Ligamento sacroilíaco anterior
Espina ilíaca anterior superior
Agujero ciático mayor
Ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso
Ligamento iliofemoral
Cabeza del fémur (se ha retirado la cápsula articular)
Ligamento pubofemoral
Línea intertrocantérea
(A) Vista anterior
Membrana obturatriz
Sínfisis del pubis
Recto femoral:
Cabeza directa
Cabeza refleja
Cara semilunar
Punto de inserción del **ligamento iliofemoral**
Fosa acetabular
Escotadura acetabular
Vista lateral
Cabeza del fémur
Cuello del fémur
Lugar de inserción del **ligamento iliofemoral** en la línea intertrocantérea
Iliopsoas
Fosita de la cabeza del fémur
Vista anterior
Surco para el obturador interno
Posición del borde libre de la cápsula articular
(B)
Vista posterior
Espina ilíaca anterior superior
Espina ilíaca anterior inferior
Recto femoral
Ligamento iliofemoral
Trocánter mayor
Línea intertrocantérea
Trocánter menor
(C) Vista anterior
Rodete del acetábulo
*Cabeza del fémur
Pectíneo
Fascia pectínea
Ligamento pectíneo
Obturador externo
Tubérculo del pubis
Nervio obturador, divisiones anterior y posterior
Ligamento sacroespinoso y espina ciática
Tendón del obturador interno
Bolsa del obturador interno
Trayecto del obturador externo
* Se ha retirado, en este punto, el área delgada de cápsula articular (suelo de la bolsa ileopectínea)
Ligamento sacrotuberoso
Ligamento isquiofemoral
Recto femoral, cabeza refleja
Ligamento iliofemoral
Zona orbicular
Cuello del fémur
Cresta intertrocantérea
Protrusión sinovial
Psoas mayor y trocánter menor
(D) Vista posterior

FIGURA 5-81. Ligamentos de la pelvis y de la articulación de la cadera. A. La transferencia de peso desde la columna vertebral a la cintura pélvica es una función de los ligamentos sacroilíacos. La transferencia de peso en la articulación de la cadera se consigue principalmente por la disposición de los huesos, con los ligamentos limitando la amplitud de los movimientos y añadiendo estabilidad. **B.** Superficies articulares de la articulación de la cadera, y puntos de inserción y relaciones tendinosas de los ligamentos iliofemorales y la cápsula articular. **C.** Ligamento iliofemoral. **D.** Ligamento isquiofemoral. Como la cápsula articular no se fija a la cara posterior del fémur, la membrana sinovial sobresale de la cápsula articular, formando la bolsa del obturador externo para facilitar el movimiento del tendón de este músculo (mostrado en **C**) sobre el hueso.


Membrana fibrosa de la cápsula articular (ligamento iliofemoral)
Membrana sinovial
Arteria circunfleja femoral medial
De la arteria circunfleja femoral lateral
Rama ascendente
Rama transversa
Rama descendente
Arteria circunfleja femoral lateral
Arteria femoral profunda
Cabeza del fémur
Ligamento de la cabeza del fémur
Rama acetabular (arteria para la cabeza del fémur, en el ligamento)
Arteria obturatriz
Lámina epifisaria
Arterias de los retináculos en los pliegues sinoviales
Arteria circunfleja femoral medial

Vista anterior de una sección frontal de la articulación de la cadera

FIGURA 5-82. Irrigación de la cabeza y el cuello del fémur. La cabeza y el cuello del fémur están irrigados por ramas de las arterias circunflejas femorales medial y lateral, ramas de la arteria femoral profunda y la arteria de la cabeza del fémur (una rama de la arteria obturatriz). En el adulto, la arteria circunfleja femoral medial constituye el principal aporte de sangre a la cabeza del fémur y la parte adyacente (proximal) del cuello femoral.

parte de la fosa acetabular que no está ocupada por el ligamento de la cabeza del fémur (fig. 5-78). Tanto el ligamento como la almohadilla de tejido adiposo están recubiertos por la membrana sinovial. La naturaleza maleable de la almohadilla de tejido adiposo permite que ésta cambie de forma para acomodarse a las variaciones de congruencia entre la cabeza del fémur y el acetábulo, y a los cambios de posición del ligamento de la cabeza del fémur durante los movimientos de la articulación. Una *protrusión sinovial* situada más allá del margen libre de la cápsula articular, sobre la cara posterior del cuello del fémur, forma una bolsa para el tendón del obturador externo (fig. 5-81D).

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

La cadera realiza movimientos de flexión-extensión, abducción-aducción, rotación medial-lateral y circunducción (fig. 5-83). También son importantes los movimientos del tronco en las articulaciones de las caderas (p. ej., los que tienen lugar cuando una persona que está tendida boca arriba eleva el tronco para hacer flexiones abdominales, o mantiene la pelvis nivelada al separar un pie del suelo).

El grado de flexión y extensión en la articulación de la cadera depende de la posición de la rodilla. Si ésta se encuentra flexionada y se relajan los isquiotibiales, se puede flexionar activamente el muslo hasta casi alcanzar la pared anterior del abdomen (cosa que se llega a conseguir con un poco de flexión pasiva adicional). En este movimiento no participa únicamente la articulación de la cadera, sino que en parte se debe a la flexión de la columna vertebral. Durante la extensión de la articulación de la cadera, la membrana fibrosa de la cápsula articular (especialmente el ligamento iliofemoral) se tensa, y por ello la cadera sólo se puede extender algo más allá de la posición vertical si no cuenta con la ayuda de la pelvis ósea (flexión de la columna vertebral lumbar).

Normalmente, el grado de abducción de la articulación de la cadera desde la posición anatómica es algo mayor que el de aducción. Son posibles unos 60° de abducción cuando el muslo está extendido, y más cuando está flexionado. La rotación lateral es mucho más potente que la medial.

Los principales músculos que producen movimientos en la articulación de la cadera se muestran en la figura 5-83B:

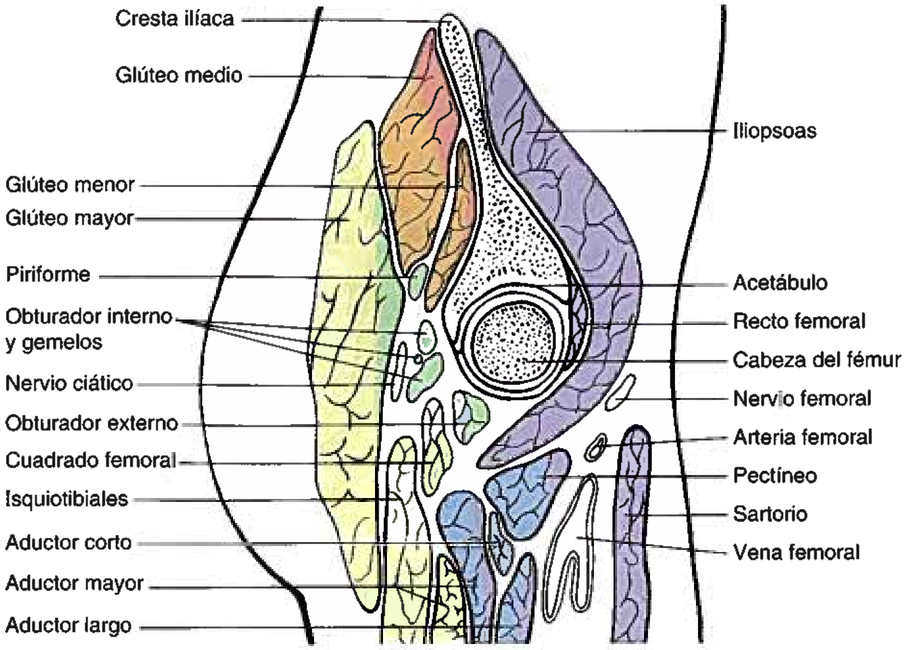
1. El *iliopsoas* es el más potente flexor de la cadera.
2. Aparte de su función como aductor, el *aductor mayor* también actúa como flexor (parte anterior o aponeurótica) y como extensor (parte posterior o isquiotibial).
3. Algunos músculos participan tanto en la flexión como en la aducción (*pectíneo* y *grácil*, así como los tres músculos «aductores»).
4. Aparte de actuar como abductores, las porciones anteriores de los *glúteos medio* y *menor* también son rotadoras mediales.
5. El *glúteo mayor* es el principal extensor desde la posición flexionada hasta la erguida (bipedestación); a partir de este punto la extensión se consigue principalmente por la acción de los isquiotibiales. El glúteo mayor también es un rotador lateral.

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

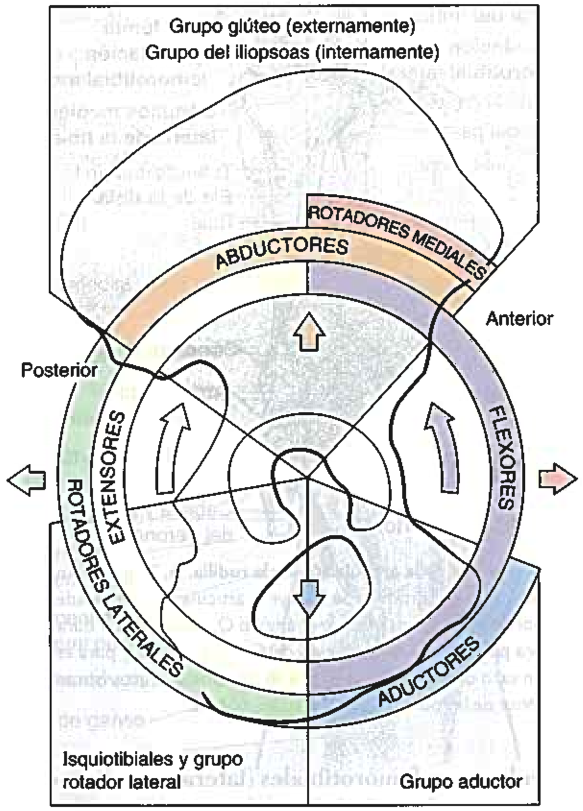
Las arterias que irrigan la articulación de la cadera (fig. 5-82) son:

- Las *arterias circunflejas femorales medial* y *lateral*, que normalmente son ramas de la *arteria femoral profunda*, pero en ocasiones proceden de la *arteria femoral*.
- La **arteria para la cabeza del fémur,** una rama de la arteria obturatriz que atraviesa el ligamento de la cabeza del fémur.

El principal aporte sanguíneo de la articulación de la cadera procede de las *arterias retinaculares*, que son ramas de las arterias


Cresta ilíaca
Glúteo medio
Iliopsoas
Glúteo menor
Glúteo mayor
Piriforme
Acetábulo
Obturador interno y gemelos
Recto femoral
Cabeza del fémur
Nervio ciático
Nervio femoral
Obturador externo
Arteria femoral
Cuadrado femoral
Pectíneo
Isquiotibiales
Sartorio
Aductor corto
Vena femoral
Aductor mayor
Aductor largo

(A) Vista lateral de una sección sagital a través de la cabeza del fémur


Grupo glúteo (externamente)
Grupo del iliopsoas (internamente)
ROTADORES MEDIALES
ABDUCTORES
Anterior
Posterior
EXTENSORES
ROTADORES LATERALES
FLEXORES
ADUCTORES
Isquiotibiales y grupo rotador lateral
Grupo aductor

(B) Vista lateral esquemática

Zonas circulares: Las zonas representan la posición de origen de los grupos funcionales respecto al centro de la cabeza del fémur en el acetábulo (punto de rotación). Desde estas posiciones se aplica la tracción sobre el fémur (trocánteres o cuerpo del fémur).

Flechas coloreadas: Las flechas muestran la dirección de rotación de la cabeza del fémur provocada por la actividad de los grupos funcionales.

Grupos de músculos funcionales que actúan en la articulación de la cadera

Grupo	Músculos
Flexores	Iliopsoas Sartorio Tensor de la fascia lata Recto femoral Pectíneo Aductor largo Aductor corto Aductor mayor, porción anterior Grácil
Aductores	Aductor largo Aductor corto Aductor mayor Grácil Pectíneo Obturador externo
Rotadores laterales	Obturador externo Obturador interno Gemelos Piriforme Cuadrado femoral Glúteo mayor
Extensores	Isquiotibiales: Semitendinoso Semimembranoso Cabeza larga del bíceps femoral Aductor mayor, porción posterior Glúteo mayor
Abductores	Glúteo medio Glúteo menor Tensor de la fascia lata
Rotadores mediales	Glúteo medio } Partes anteriores Glúteo menor } Partes anteriores Tensor de la fascia lata

FIGURA 5-83. Relaciones de la articulación de la cadera y los músculos que producen los movimientos de la articulación. A. Sección sagital de la articulación de la cadera que muestra los músculos, vasos y nervios relacionados con ella. Se ha asignado a los músculos un código de color que indica sus funciones. Aplicando la ley de Hilton, se puede deducir la inervación de la articulación de la cadera conociendo qué músculos atraviesan y actúan directamente sobre la articulación y su inervación. **B.** Posiciones relativas de los músculos que producen movimientos de la articulación de la cadera, y dirección de éstos.

circunflejas femorales. Las arterias retinaculares que proceden de la arteria circunfleja femoral medial son más abundantes y aportan más sangre para la cabeza y el cuello del fémur porque pueden pasar por debajo del borde posterior de la cápsula articular, que carece de inserciones. Las arterias retinaculares que proceden de la arteria circunfleja femoral lateral deben atravesar el grueso ligamento iliofemoral y son más pequeñas y menos numerosas.

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

Según la *ley de Hilton,* los nervios que inervan los músculos que se extienden directamente a través de una articulación dada y actúan sobre ella también inervan la propia articulación. Los ramos articulares proceden de ramos intramusculares que a su vez proceden de ramos musculares y directamente de nervios dotados de nombre. Si se conoce la inervación de los músculos y su relación con las articulaciones se puede llegar a deducir la inervación de numerosas articulaciones. Entre las posibles deducciones respecto a la articulación de la cadera y sus relaciones musculares se encuentran (fig. 5-83):

- Los flexores inervados por el nervio femoral pasan anteriormente a la articulación de la cadera; la cara anterior de la articulación de la cadera está inervada por el nervio femoral (directamente y a través de ramos articulares de los ramos musculares para el pectíneo y el recto femoral).
- Los rotadores laterales pasan inferior y posteriormente a la articulación de la cadera; la cara inferior de la articulación de la cadera está inervada por el nervio obturador (directamente y a través de ramos articulares del ramo muscular para el obturador externo), y la cara posterior por el nervio para el cuadrado femoral.
- Los aductores inervados por el nervio glúteo superior pasan superiormente a la articulación de la cadera; la cara superior de la articulación está inervada por el nervio glúteo superior.

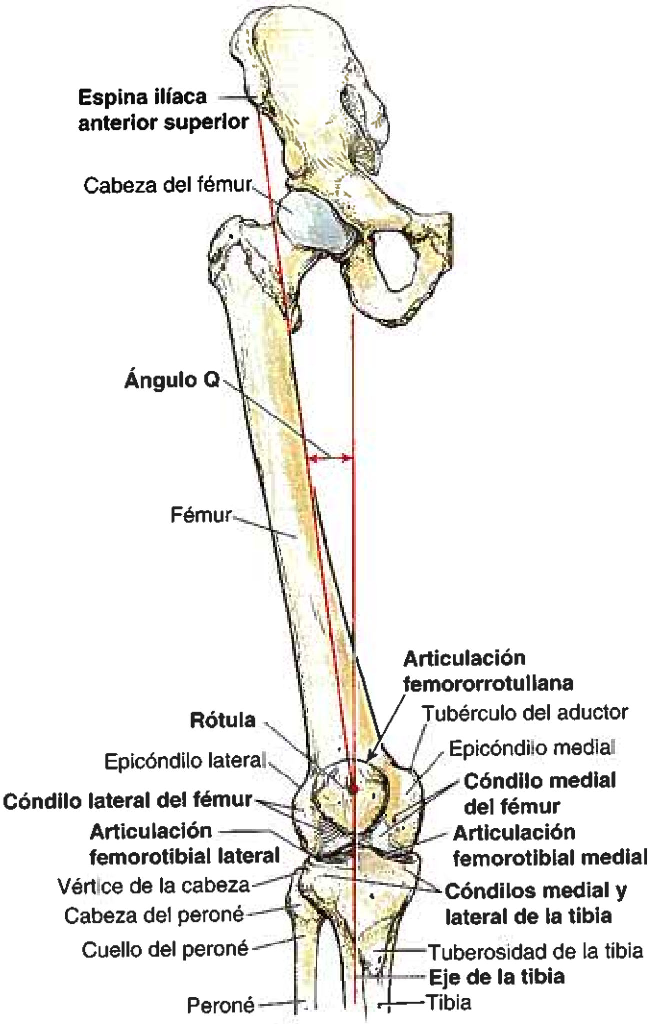
El dolor que se percibe como procedente de la articulación de la cadera puede ser engañoso, ya que en ocasiones se trata de un dolor referido procedente de la columna vertebral.

Articulación de la rodilla

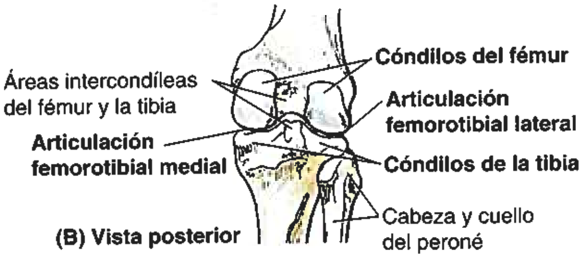
La **articulación de la rodilla** es la mayor y más superficial del cuerpo. Se trata en gran medida de una articulación sinovial de tipo gínglimo que permite movimientos de flexión y extensión; no obstante, estos movimientos se combinan con otros de deslizamiento, rodamiento y rotación alrededor de un eje vertical. Aunque la articulación de la rodilla está bien construida, su función suele verse afectada cuando se encuentra en hiperextensión (p. ej., en los deportes de contacto, como el hockey sobre hielo).

ARTICULACIONES, SUPERFICIES ARTICULARES Y ESTABILIDAD DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Los detalles anatómicos relevantes de los huesos implicados, incluidas sus superficies articulares, se describieron en el apartado «Huesos del miembro inferior», en la página 512. Las superficies articulares de la rodilla se caracterizan por su gran tamaño y sus formas complejas e incongruentes. La rodilla consta de tres articulaciones (figs. 5-84 y 5-85):


Espina ilíaca anterior superior
Cabeza del fémur
Ángulo Q
Fémur
Articulación femororrotuliana
Tubérculo del aductor
Rótula
Epicóndilo lateral
Epicóndilo medial
Cóndilo lateral del fémur
Cóndilo medial del fémur
Articulación femorotibial lateral
Articulación femorotibial medial
Vértice de la cabeza
Cabeza del peroné
Cóndilos medial y lateral de la tibia
Cuello del peroné
Tuberosidad de la tibia
Eje de la tibia
Peroné
Tibia

(A) Vista anterior


Cóndilos del fémur
Áreas intercondíleas del fémur y la tibia
Articulación femorotibial lateral
Articulación femorotibial medial
Cóndilos de la tibia
Cabeza y cuello del peroné

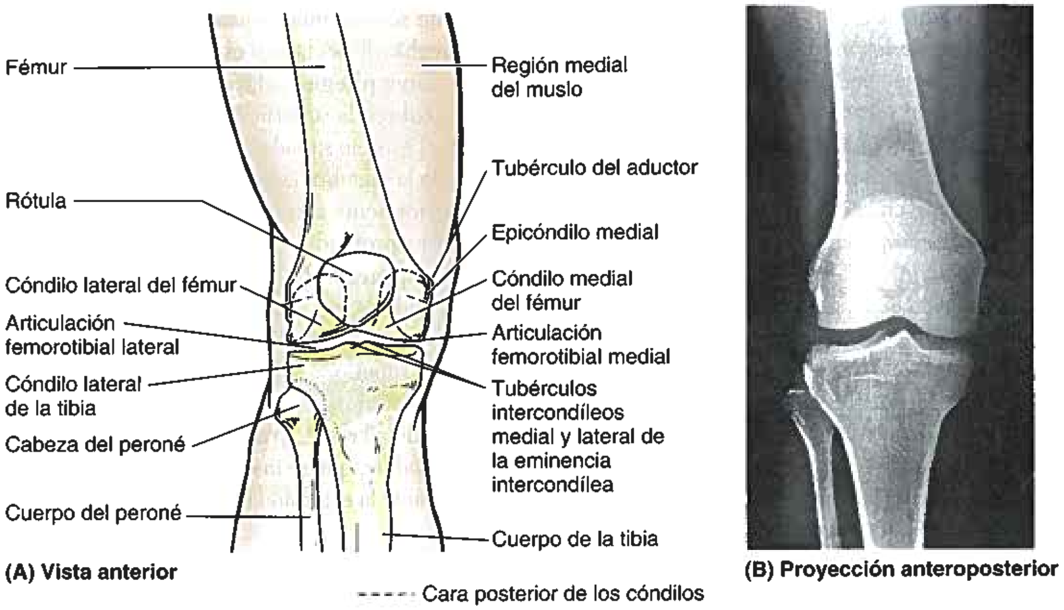
(B) Vista posterior

FIGURA 5-84. Huesos de la articulación de la rodilla. A. Se muestran los huesos que se articulan en la rodilla. Se incluye la articulación de la cadera y la parte proximal del fémur para mostrar el ángulo Q, determinado durante la exploración física para indicar la alineación del fémur y la tibia, y para evaluar la angulación en varo o en valgo en la rodilla. **B.** Huesos y características óseas de la cara posterior de la rodilla y la articulación de ésta.

- Dos **articulaciones femorotibiales** (**lateral** y **medial**), entre los cóndilos femorales y tibiales laterales y mediales.
- Una **articulación femororrotuliana** (femoropatelar) intermedia, entre la rótula y el fémur.

El peroné no participa en la articulación de la rodilla.

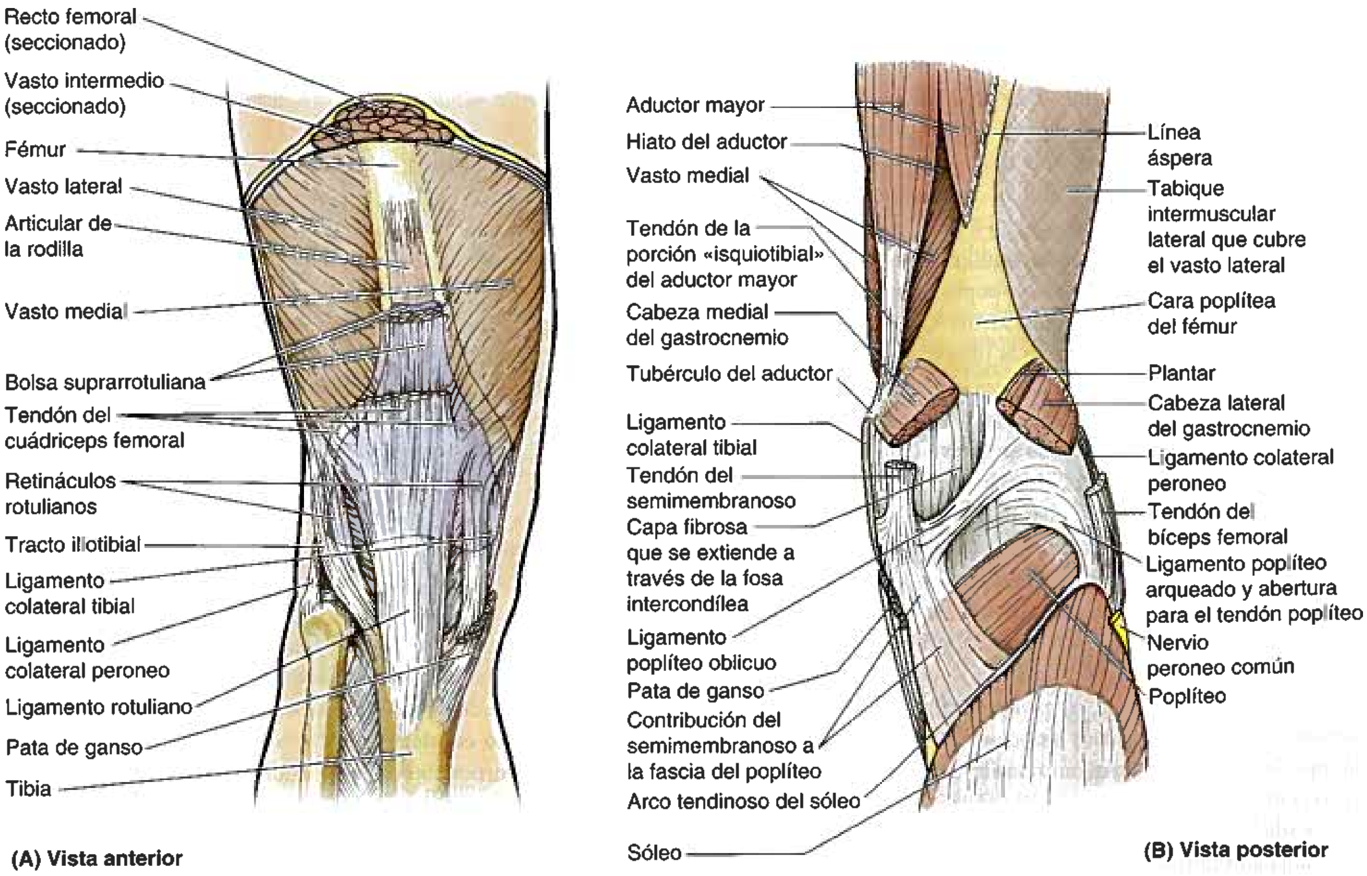
La articulación de la rodilla es relativamente débil mecánicamente debido a la incongruencia de sus superficies articulares (se la ha comparado con dos bolas que descansan sobre una tabla cur-


Fémur
Región medial del muslo
Tubérculo del aductor
Rótula
Epicóndilo medial
Cóndilo lateral del fémur
Cóndilo medial del fémur
Articulación femorotibial lateral
Articulación femorotibial medial
Cóndilo lateral de la tibia
Tubérculos intercondíleos medial y lateral de la eminencia intercondílea
Cabeza del peroné
Cuerpo del peroné
Cuerpo de la tibia
---- Cara posterior de los cóndilos

(A) Vista anterior

(B) Proyección anteroposterior

FIGURA 5-85. Radiografía de la articulación de la rodilla. A y B. El esquema orientativo muestra las estructuras visibles en la radiografía anteroposterior de la articulación de la rodilla derecha.


Recto femoral (seccionado)
Vasto intermedio (seccionado)
Fémur
Vasto lateral
Articular de la rodilla
Vasto medial
Bolsa suprarrotuliana
Tendón del cuádriceps femoral
Retináculos rotulianos
Tracto iliotibial
Ligamento colateral tibial
Ligamento colateral peroneo
Ligamento rotuliano
Pata de ganso
Tibia
Aductor mayor
Hiato del aductor
Vasto medial
Tendón de la porción «isquiotibial» del aductor mayor
Cabeza medial del gastrocnemio
Tubérculo del aductor
Ligamento colateral tibial
Tendón del semimembranoso
Capa fibrosa que se extiende a través de la fosa intercondílea
Ligamento poplíteo oblicuo
Pata de ganso
Contribución del semimembranoso a la fascia del poplíteo
Arco tendinoso del sóleo
Sóleo
Línea áspera
Tabique intermuscular lateral que cubre el vasto lateral
Cara poplítea del fémur
Plantar
Cabeza lateral del gastrocnemio
Ligamento colateral peroneo
Tendón del bíceps femoral
Ligamento poplíteo arqueado y abertura para el tendón poplíteo
Nervio peroneo común
Poplíteo

(A) Vista anterior

(B) Vista posterior

FIGURA 5-86. Cara externa de la cápsula articular de la rodilla. La membrana fibrosa de la cápsula articular es relativamente delgada en algunos puntos, y gruesa en otros, para formar ligamentos intrínsecos (capsulares) de refuerzo. **A.** Las modificaciones de las caras anterior y laterales de la membrana fibrosa incluyen los retináculos rotulianos, que se insertan a los lados del tendón del cuádriceps, la rótula y el ligamento rotuliano, y la incorporación del tracto iliotibial (lateralmente) y el ligamento colateral medial (medialmente). **B.** Se han seccionado y retirado los músculos isquiotibiales y gastrocnemio, así como el tabique intermuscular posterior, para exponer el aductor mayor, el tabique intermuscular lateral y el suelo de la fosa poplítea. Las modificaciones posteriores de la membrana fibrosa incluyen los ligamentos poplíteos oblicuo y arqueado, y una perforación inferior al ligamento poplíteo arqueado para permitir el paso del tendón poplíteo.

vada). La estabilidad de la articulación de la rodilla depende de: *1*) la potencia y las acciones de los músculos circundantes y sus tendones, y *2*) los ligamentos que conectan el fémur con la tibia. De todos estos mecanismos de sostén, los músculos son los más importantes, por lo que mediante una preparación y un entrenamiento adecuados se pueden evitar muchas lesiones deportivas.

El músculo más importante en la estabilización de la rodilla es el gran *cuádriceps femoral*, en especial las fibras inferiores de los vastos medial y lateral (fig. 5-86A). La articulación de la rodilla funciona sorprendentemente bien cuando ha sufrido una distensión ligamentosa si el cuádriceps está en buena forma.

La posición extendida en bipedestación es la más estable de la rodilla, ya que en ella la congruencia de las superficies articulares es máxima (el contacto disminuye en todas las demás posiciones), los principales ligamentos de la articulación (colaterales y cruzados) están tensados y muchos de los tendones que rodean la articulación ejercen un efecto de «entablillado».

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

La **cápsula articular de la articulación de la rodilla** es típica, ya que consta de una *membrana fibrosa* externa y una *membrana sinovial* interna que reviste todas las superficies internas de la cavidad articular que no están recubiertas de cartílago articular. La membrana fibrosa está dotada de unas cuantas partes engrosadas que forman ligamentos intrínsecos, pero su mayor parte es delgada (de hecho, es incompleta en algunas áreas). La membrana fibrosa se inserta en el fémur superiormente, justo en situación proximal a los bordes articulares de los cóndilos. Posteriormente, engloba los cóndilos y la *fosa intercondílea* (fig. 5-86B). La membrana fibrosa posee una abertura posterior al cóndilo lateral de la tibia por la que pasa hacia fuera el tendón del poplíteo para insertarse en la tibia. Inferiormente, la membrana fibrosa se inserta en el borde de la superficie articular superior de la tibia (meseta tibial), excepto allí donde el tendón del poplíteo cruza el hueso (figs. 5-86A y B, y 5-87A). El tendón del cuádriceps, la rótula y el ligamento rotuliano sustituyen a la membrana fibrosa anteriormente; es decir, ésta se continúa con los bordes lateral y medial de dichas estructuras y no abarca la región ocupada por ellas (figs. 5-86A y 5-87A).

La extensa *membrana sinovial de la cápsula* reviste todas las superficies que rodean la cavidad articular (el espacio que contiene líquido sinovial) y no están recubiertas por cartílago articular (fig. 5-87A y B). Así pues, se inserta en la periferia del cartílago articular que recubre los cóndilos femorales y tibiales, la cara articular de la rótula y los bordes de los *meniscos* (discos fibrocartilaginosos situados entre las superficies articulares tibial y femoral). Reviste la superficie interna de la membrana fibrosa lateral y medialmente, pero centralmente se separa de ésta.

Desde la cara posterior de la articulación, la membrana sinovial se refleja anteriormente hacia la región intercondílea, para cubrir los ligamentos cruzados y el **cuerpo adiposo infrarrotuliano,** de modo que quedan excluidos de la cavidad articular. Con ello se crea un **pliegue sinovial infrarrotuliano** medio, vertical, que aproxima la cara posterior de la rótula y ocupa casi toda la parte más anterior de la región intercondílea. Con esta disposición prácticamente se crea una cavidad articular femorotibial izquierda y una derecha (de hecho, así es como los artroscopistas describen la rodilla). Unos **pliegues alares lateral** y **medial** rellenos de tejido adiposo cubren la superficie interna de los cuerpos adiposos que ocupan el espacio situado a cada lado del ligamento rotuliano por dentro de la membrana fibrosa.

Superiormente a la rótula, la cavidad articular de la rodilla se extiende en profundidad respecto al vasto intermedio para formar la **bolsa suprarrotuliana** (figs. 5-86A y 5-88A y B). La membrana sinovial de la cápsula articular se continúa con el recubrimiento sinovial de esta bolsa. Esta gran bolsa normalmente se extiende unos 5 cm superior a la rótula, aunque puede llegar hasta la mitad de la cara anterior del fémur. Unos fascículos musculares situados en profundidad respecto al vasto interno forman el *músculo articular de la rodilla*, que se inserta en la membrana sinovial y retrae la bolsa durante la extensión de la rodilla (figs. 5-22 y 5-86A).

LIGAMENTOS EXTRACAPSULARES DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

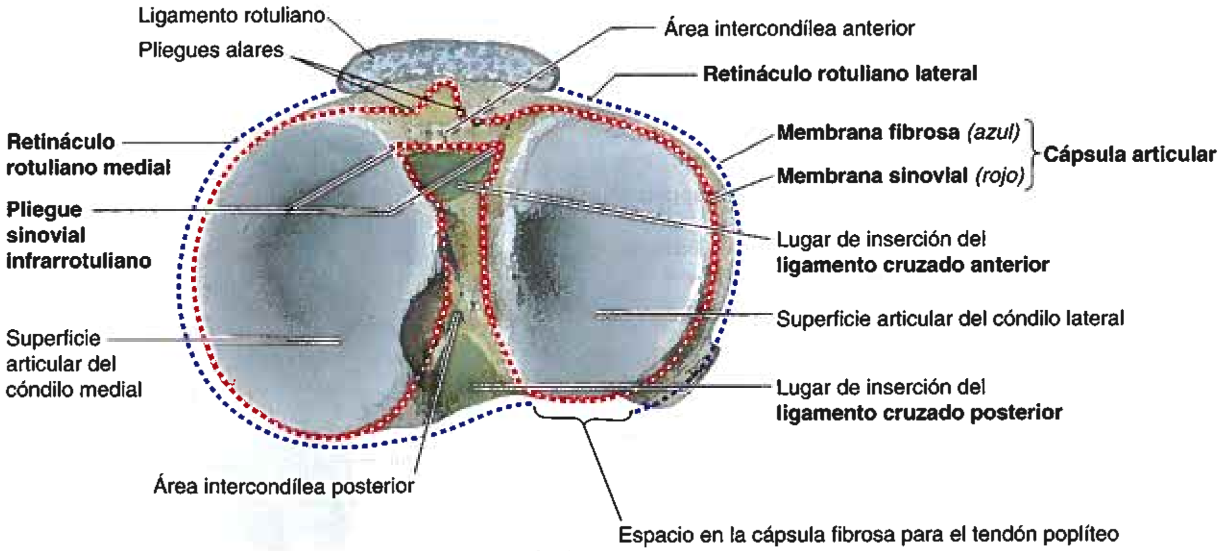
La cápsula articular esta reforzada por cinco ligamentos extracapsulares o capsulares (intrínsecos): ligamento rotuliano, ligamento colateral peroneo, ligamento colateral tibial, ligamento poplíteo oblicuo y ligamento poplíteo arqueado (fig. 5-86A y B). En ocasiones se les denomina *ligamentos externos* para diferenciarlos de los internos (p. ej., los cruzados).

El *ligamento rotuliano* (la parte distal del tendón del cuádriceps) es una gruesa y resistente banda fibrosa que va desde el vértice y los bordes adyacentes de la rótula hasta la tuberosidad de la tibia (fig. 5-86A). El ligamento rotuliano es el ligamento anterior de la articulación de la rodilla. Lateralmente recibe los *retináculos rotulianos medial* y *lateral*, que son expansiones aponeuróticas de los vastos medial y lateral, y de la fascia profunda que los recubre. Los retináculos conforman la cápsula de la articulación de la rodilla en cada lado de la rótula (figs. 5-86A y 5-87A) y desempeñan una importante función en el mantenimiento de la alineación de la rótula en relación con la cara articular rotuliana del fémur. La situación oblicua del fémur y/o de la línea de tracción del cuádriceps femoral respecto al eje del tendón rotuliano y la tibia (que clínicamente se evalúa mediante el *ángulo Q*) favorece el desplazamiento lateral de la rótula (fig. 5-84).

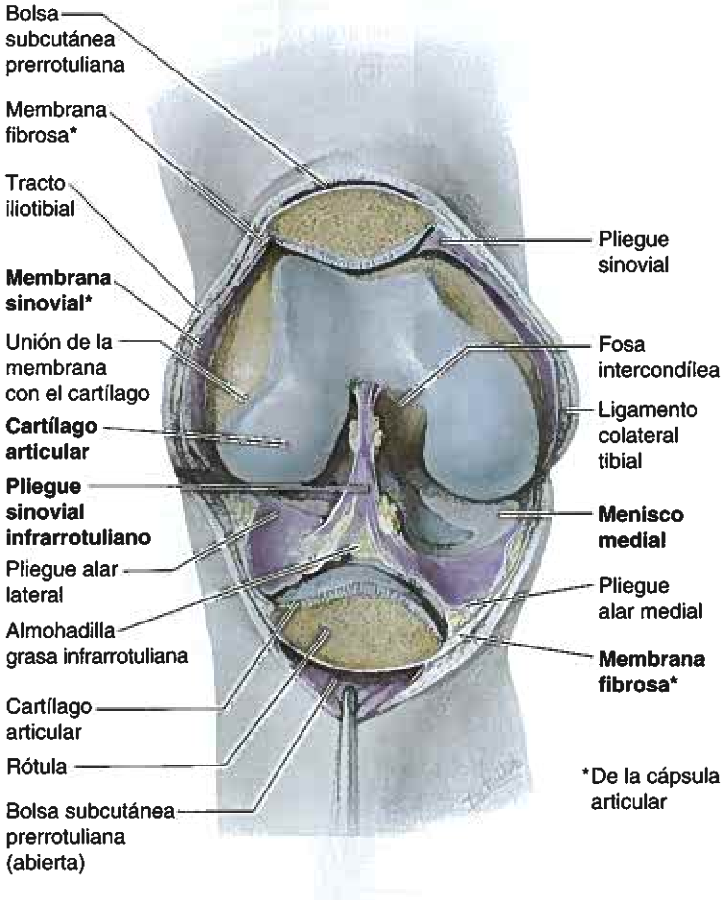
Los *ligamentos colaterales de la rodilla* se tensan cuando ésta se encuentra en extensión completa, lo cual contribuye a la estabilidad durante la bipedestación (fig. 5-88A y D); no obstante, a medida que se flexiona la rodilla se destensan cada vez más, permitiendo y limitando (sirven de ligamentos de retención) su rotación.

El **ligamento colateral peroneo** es resistente, extracapsular y similar a un cordón. Se extiende inferiormente desde el epicóndilo lateral del fémur hasta la cara lateral de la cabeza del peroné (fig. 5-88A y C). El tendón del poplíteo pasa profundo al ligamento colateral peroneo y lo separa del menisco lateral. El tendón del bíceps femoral queda dividido en dos partes por este ligamento (fig. 5-88A).

El **ligamento colateral tibial** es una banda intrínseca (capsular), resistente y aplanada, que se extiende desde el epicóndilo medial del fémur hasta el cóndilo medial y la parte superior de la


Ligamento rotuliano
Pliegues alares
Área intercondílea anterior
Retináculo rotuliano lateral
Retináculo rotuliano medial
Membrana fibrosa (azul)
Membrana sinovial (rojo)
Cápsula articular
Pliegue sinovial infrarrotuliano
Lugar de inserción del ligamento cruzado anterior
Superficie articular del cóndilo lateral
Superficie articular del cóndilo medial
Lugar de inserción del ligamento cruzado posterior
Área intercondílea posterior
Espacio en la cápsula fibrosa para el tendón poplíteo

(A) Vista superior de la superficie articular superior de la tibia (meseta tibial)


Bolsa subcutánea prerrotuliana
Membrana fibrosa*
Tracto iliotibial
Membrana sinovial*
Unión de la membrana con el cartílago
Cartílago articular
Pliegue sinovial infrarrotuliano
Pliegue alar lateral
Almohadilla grasa infrarrotuliana
Cartílago articular
Rótula
Bolsa subcutánea prerrotuliana (abierta)
Pliegue sinovial
Fosa intercondílea
Ligamento colateral tibial
Menisco medial
Pliegue alar medial
Membrana fibrosa*
*De la cápsula articular

(B) Vista anterior de la rodilla en flexión

FIGURA 5-87. Cara interna de la cápsula articular de la rodilla: capas, cavidad articular y superficies articulares. A. Se muestran las inserciones de la membrana fibrosa y la membrana sinovial en la tibia. Obsérvese que, aunque se encuentran adyacentes a cada lado, se separan centralmente para acomodar estructuras intercondíleas e infrarrotulianas que se encuentran dentro de la cápsula (dentro de la membrana fibrosa), pero que son extraarticulares (excluidas de la cavidad articular por la membrana sinovial). **B.** Se ha realizado una incisión transversal de la cápsula articular, a través de la cual se ve la rótula, y a continuación se ha flexionado la rodilla, abriendo la cavidad articular. El pliegue infrarrotuliano de membrana sinovial engloba los ligamentos cruzados, separándolos de la cavidad articular. Todas las superficies internas que no están cubiertas o formadas por cartílago articular (*azul*, o *gris* en el caso de los meniscos) están tapizadas por membrana sinovial (fundamentalmente de color *morado*, aunque se muestra transparente o incolora donde cubre superficies no articulares del fémur).

cara medial de la tibia (fig. 5-88D y E). En la mitad de su recorrido, sus fibras profundas se insertan firmemente en el menisco medial. El ligamento colateral tibial no es tan resistente como el peroneo, y por ello se lesiona con mayor frecuencia; así pues, en deportes de contacto como el rugby y el hockey sobre hielo son habituales los desgarros del ligamento colateral tibial y del menisco medial.

El **ligamento poplíteo oblicuo** es una expansión refleja del tendón del semimembranoso que refuerza la cápsula articular posteriormente cuando se extiende por la fosa intercondílea (fig. 5-86B). Se origina posterior al cóndilo medial de la tibia y discurre superolateralmente hacia el cóndilo lateral del fémur para fusionarse con la porción central de la cara posterior de la cápsula articular.

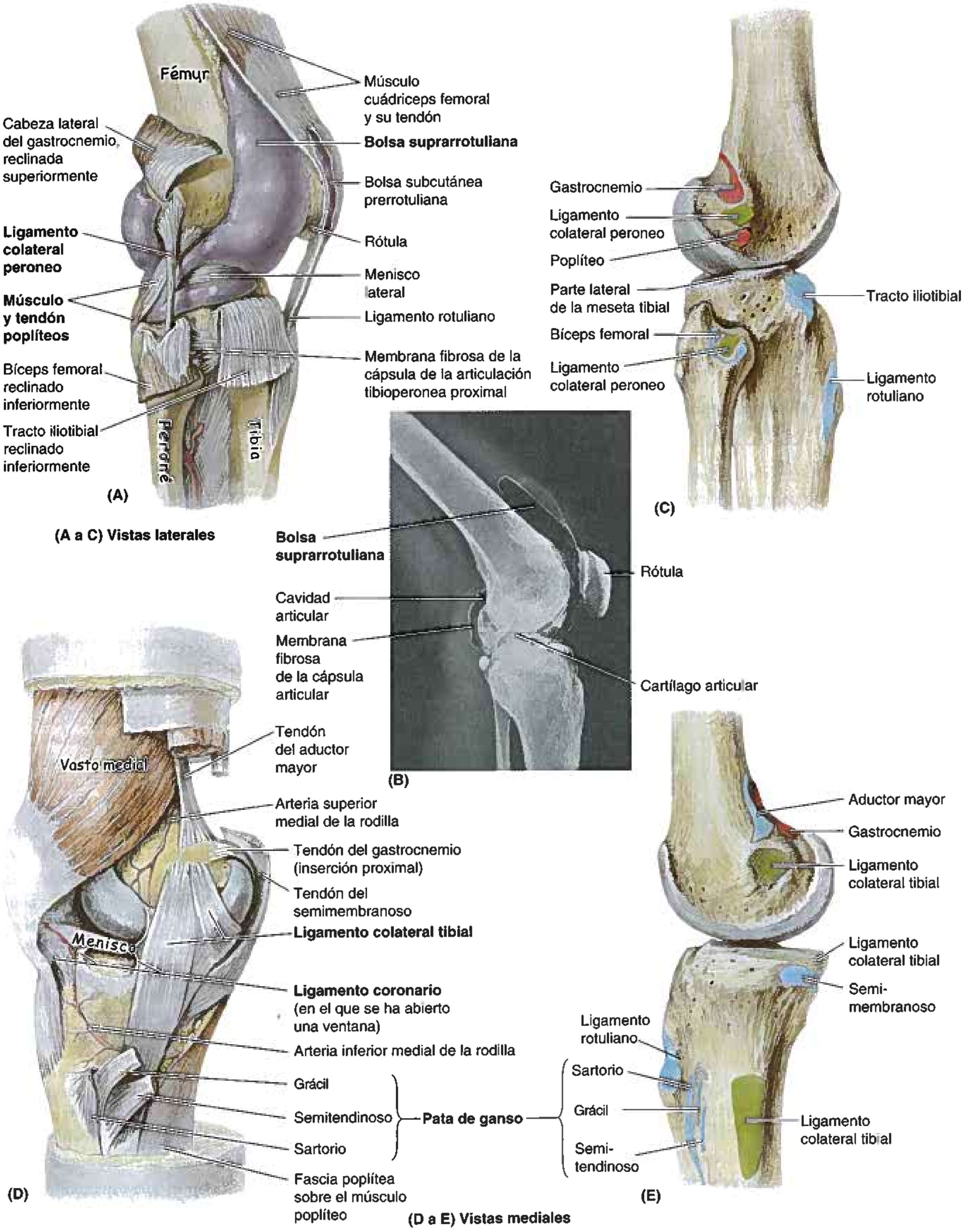
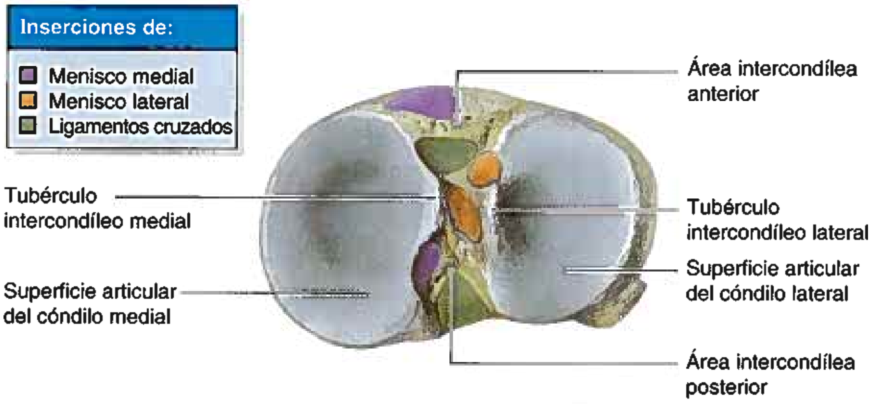
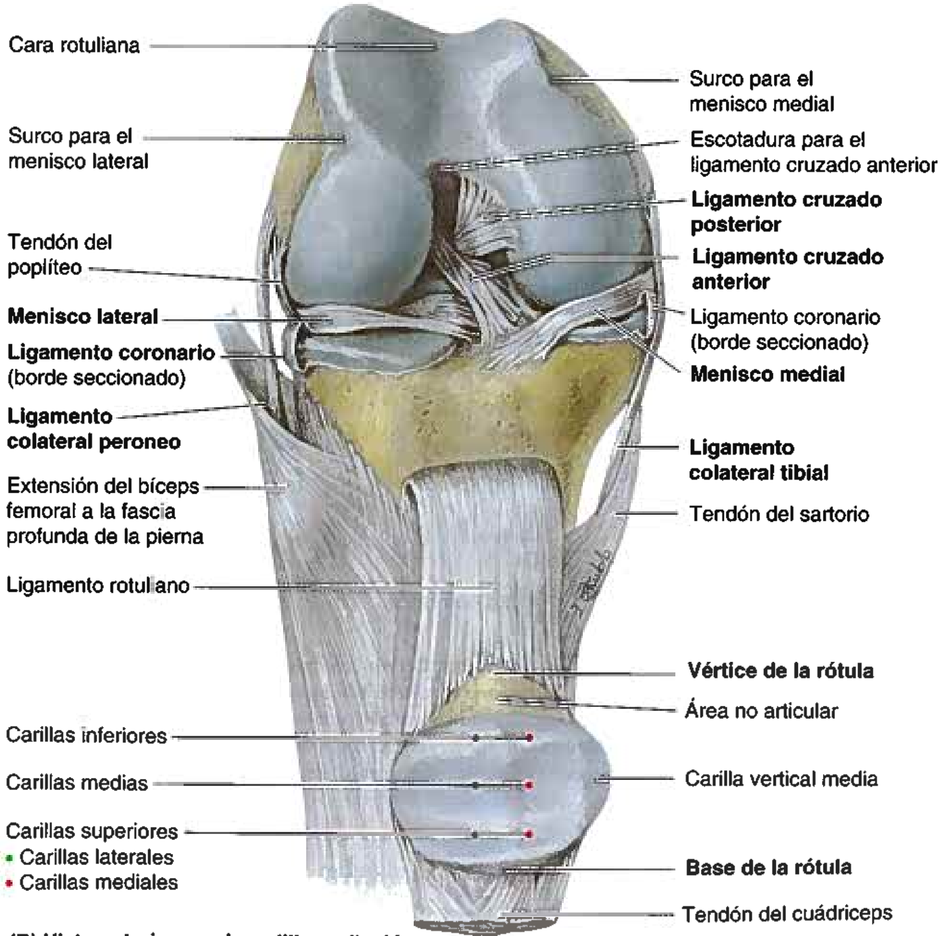

Fémur
Cabeza lateral del gastrocnemio, reclinada superiormente
Músculo cuádriceps femoral y su tendón
Bolsa suprarrotuliana
Bolsa subcutánea prerrotuliana
Ligamento colateral peroneo
Rótula
Menisco lateral
Músculo y tendón poplíteos
Ligamento rotuliano
Membrana fibrosa de la cápsula de la articulación tibioperonea proximal
Bíceps femoral reclinado inferiormente
Tracto iliotibial reclinado inferiormente
Peroné
Tibia
(A)
(A a C) Vistas laterales
Gastrocnemio
Ligamento colateral peroneo
Poplíteo
Parte lateral de la meseta tibial
Tracto iliotibial
Bíceps femoral
Ligamento colateral peroneo
Ligamento rotuliano
(C)
Bolsa suprarrotuliana
Rótula
Cavidad articular
Membrana fibrosa de la cápsula articular
Cartílago articular
(B)
Vasto medial
Tendón del aductor mayor
Arteria superior medial de la rodilla
Tendón del gastrocnemio (inserción proximal)
Tendón del semimembranoso
Ligamento colateral tibial
Menisco
Ligamento coronario (en el que se ha abierto una ventana)
Arteria inferior medial de la rodilla
Grácil
Semitendinoso
Pata de ganso
Sartorio
Fascia poplítea sobre el músculo poplíteo
(D)
Aductor mayor
Gastrocnemio
Ligamento colateral tibial
Ligamento colateral tibial
Semimembranoso
Ligamento rotuliano
Sartorio
Grácil
Semitendinoso
Ligamento colateral tibial
(E)
(D a E) Vistas mediales

FIGURA 5-88. Ligamentos colaterales y bolsas de la articulación de la rodilla. **A.** Ligamento colateral peroneo. Se ha inyectado látex de color morado para mostrar la amplia y compleja cavidad articular. La membrana sinovial/cavidad se extiende hacia arriba, en profundidad respecto al cuádriceps, formando la bolsa suprarrotuliana. **B.** Artrografía, con la articulación de la rodilla en ligera flexión. La bolsa suprarrotuliana se ha inflado con CO$_2$. **C.** Lugares de inserción del ligamento colateral peroneo *(verde)* y músculos relacionados (*rojo*, proximal; *azul*, distal). **D.** Ligamento colateral tibial (aislado de la membrana fibrosa de la cápsula articular, de la cual constituye una parte). **E.** Lugares de inserción del ligamento colateral tibial y músculos relacionados.

El **ligamento poplíteo arqueado** también refuerza la cápsula articular posterolateralmente. Se origina en la cara posterior de la cabeza del peroné, pasa superomedialmente sobre el tendón del poplíteo y se expande por encima de la cara posterior de la articulación de la rodilla. Su desarrollo se relaciona inversamente con la presencia y el tamaño de un hueso sesamoideo (fabela) situado en la inserción proximal de la cabeza lateral del gastrocnemio (v. el cuadro azul «Sesamoideo en el gastrocnemio», p. 606). Se cree que ambas estructuras favorecen la estabilidad posterolateral de la rodilla.


Inserciones de:
🟪 Menisco medial
🟧 Menisco lateral
🟩 Ligamentos cruzados
Área intercondílea anterior
Tubérculo intercondíleo medial
Tubérculo intercondíleo lateral
Superficie articular del cóndilo medial
Superficie articular del cóndilo lateral
Área intercondílea posterior

(A) Vista superior de la superficie articular superior de la tibia (meseta tibial)


Cara rotuliana
Surco para el menisco medial
Surco para el menisco lateral
Escotadura para el ligamento cruzado anterior
Ligamento cruzado posterior
Ligamento cruzado anterior
Tendón del poplíteo
Menisco lateral
Ligamento coronario (borde seccionado)
Ligamento coronario (borde seccionado)
Menisco medial
Ligamento colateral peroneo
Ligamento colateral tibial
Extensión del bíceps femoral a la fascia profunda de la pierna
Tendón del sartorio
Ligamento rotuliano
Vértice de la rótula
Área no articular
Carillas inferiores
Carillas medias
Carilla vertical media
Carillas superiores
• Carillas laterales
• Carillas mediales
Base de la rótula
Tendón del cuádriceps

(B) Vista anterior con la rodilla en flexión

FIGURA 5-89. Ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla. A. Cara superior de la superficie articular superior de la tibia (meseta tibial) que muestra los cóndilos medial y lateral (superficies articulares) y la eminencia intercondílea entre ellos. Los puntos de inserción de los ligamentos cruzados aparecen en color *verde*, los del menisco medial en *morado* y los del menisco lateral en *naranja*. **B.** Se ha separado el tendón del cuádriceps y se ha reflejado la rótula (con el tendón y su continuación, el ligamento rotuliano) inferiormente. La rodilla está en flexión para mostrar los ligamentos cruzados *(continúa)*.

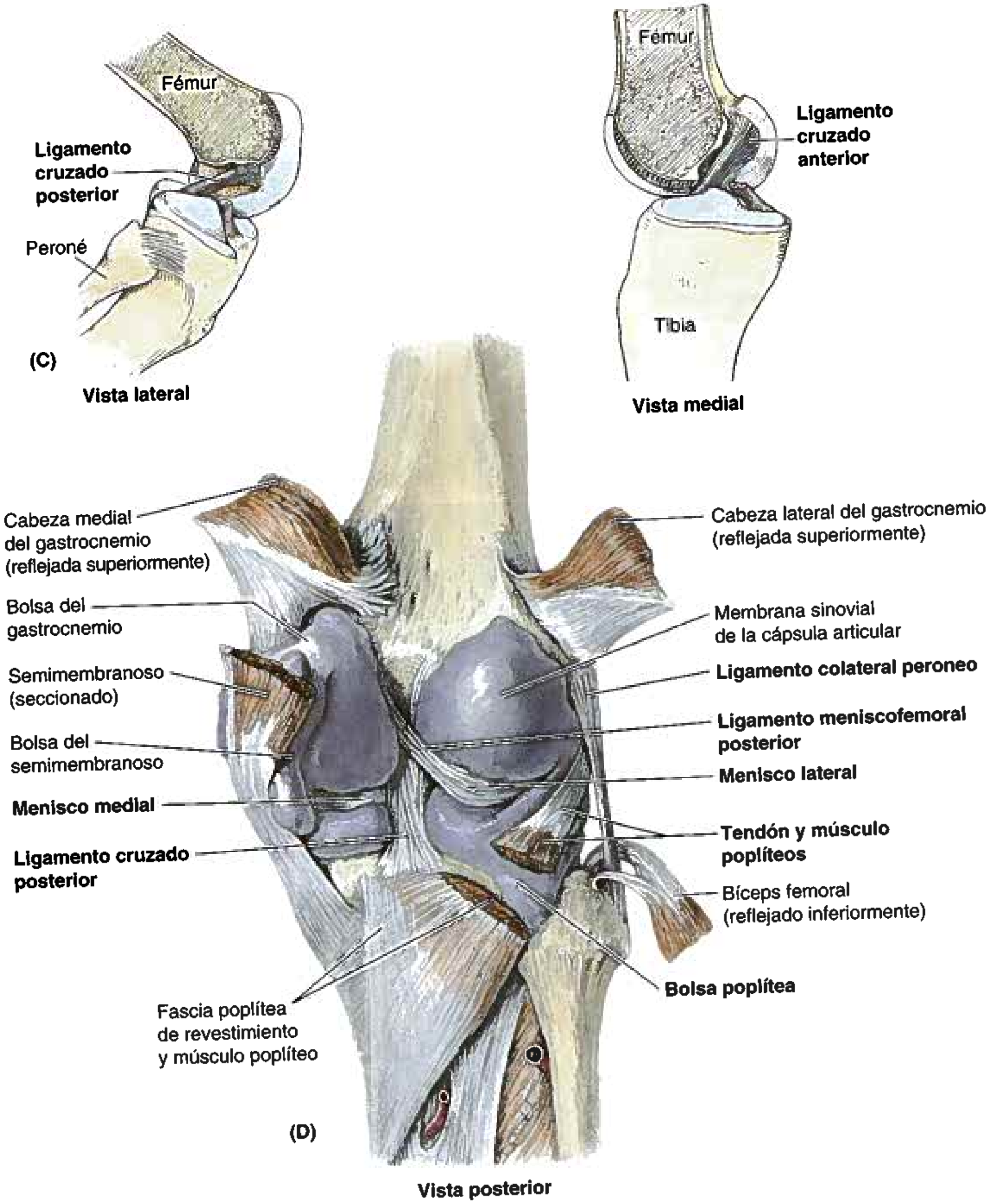
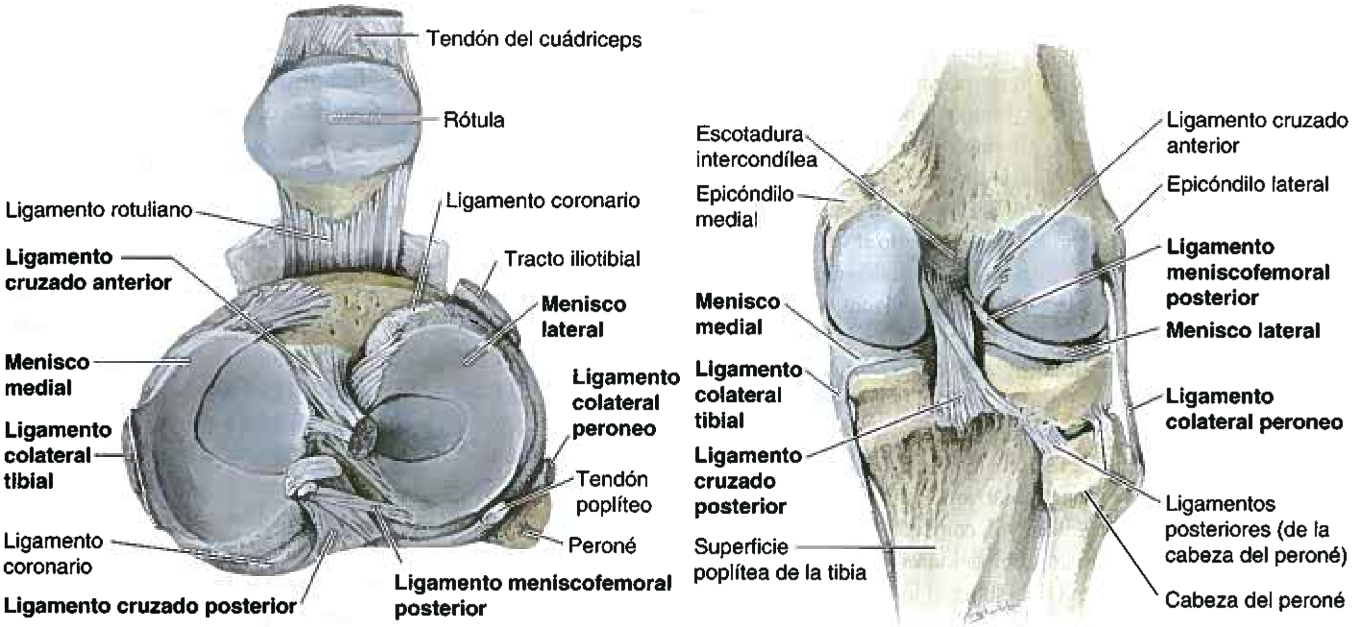

Fémur
Ligamento cruzado posterior
Peroné
(C)
Vista lateral
Fémur
Ligamento cruzado anterior
Tibia
Vista medial
Cabeza medial del gastrocnemio (reflejada superiormente)
Bolsa del gastrocnemio
Semimembranoso (seccionado)
Bolsa del semimembranoso
Menisco medial
Ligamento cruzado posterior
Fascia poplítea de revestimiento y músculo poplíteo
(D)
Vista posterior
Cabeza lateral del gastrocnemio (reflejada superiormente)
Membrana sinovial de la cápsula articular
Ligamento colateral peroneo
Ligamento meniscofemoral posterior
Menisco lateral
Tendón y músculo poplíteos
Bíceps femoral (reflejado inferiormente)
Bolsa poplítea

FIGURA 5-89. *(Continuación)* **Ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla. C.** En estas vistas lateral y medial se ha seccionado el fémur longitudinalmente, y se ha retirado casi la mitad con la parte proximal del ligamento cruzado correspondiente. La vista lateral muestra cómo el ligamento cruzado posterior resiste el desplazamiento anterior del fémur sobre la meseta tibial. La vista medial muestra cómo el ligamento cruzado anterior resiste el desplazamiento posterior del fémur sobre la meseta tibial. **D.** Se han reflejado superiormente ambas cabezas del gastrocnemio, y se ha reflejado inferiormente el bíceps femoral. Se ha inflado la cavidad articular con látex de color morado para demostrar su continuidad con las diversas bolsas, y las reflexiones e inserciones de la compleja membrana sinovial.

LIGAMENTOS INTRAARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

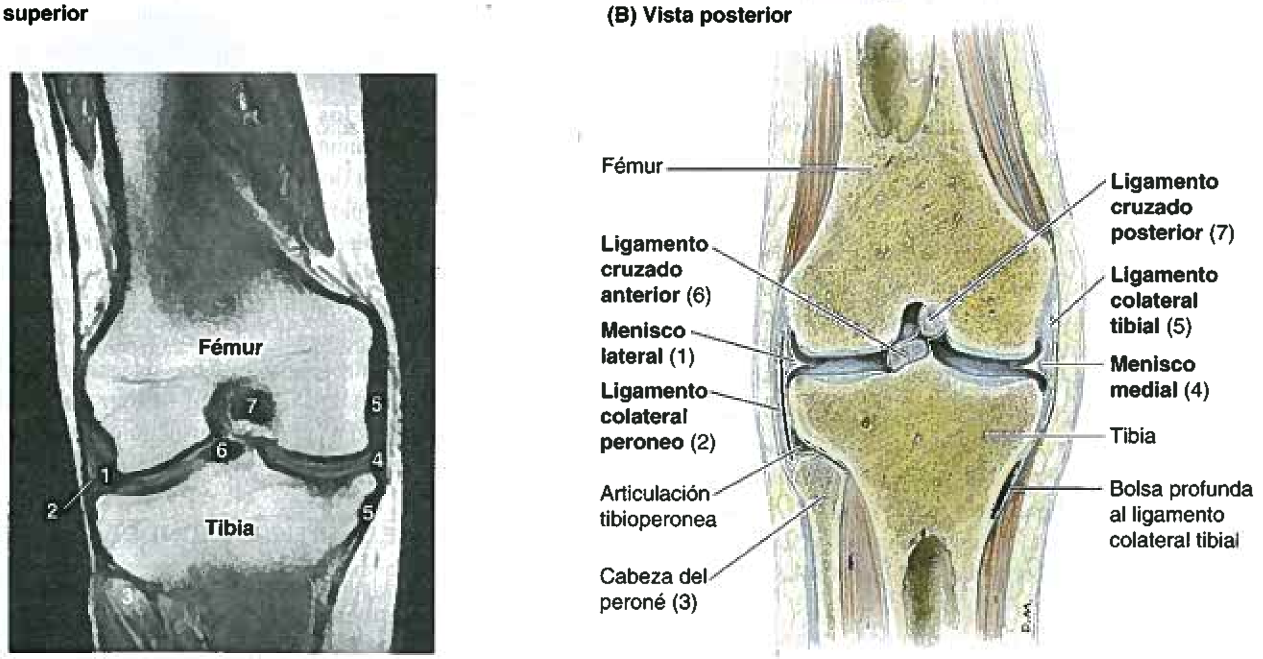
Los ligamentos intraarticulares (situados dentro de la articulación) de la rodilla son los ligamentos cruzados y los meniscos. El tendón del poplíteo también es intraarticular en parte de su recorrido.

Los **ligamentos cruzados** se entrecruzan dentro de la cápsula articular, pero fuera de la cavidad sinovial (figs. 5-89 y 5-90). Se localizan en el centro de la articulación y se entrecruzan oblicuamente en forma de X. Durante la rotación medial de la tibia sobre el fémur, los ligamentos cruzados se enrollan uno sobre otro, y por ello el grado de rotación medial posible está limitado a unos 10°. Por contra, durante la rotación lateral se vuelven a desenrollar y


Tendón del cuádriceps
Rótula
Ligamento rotuliano
Ligamento coronario
Tracto iliotibial
Ligamento cruzado anterior
Menisco lateral
Menisco medial
Ligamento colateral peroneo
Ligamento colateral tibial
Tendón poplíteo
Ligamento coronario
Peroné
Ligamento meniscofemoral posterior
Ligamento cruzado posterior
Escotadura intercondílea
Epicóndilo medial
Menisco medial
Ligamento colateral tibial
Ligamento cruzado posterior
Superficie poplítea de la tibia
Ligamento cruzado anterior
Epicóndilo lateral
Ligamento meniscofemoral posterior
Menisco lateral
Ligamento colateral peroneo
Ligamentos posteriores (de la cabeza del peroné)
Cabeza del peroné

(A) Vista superior

(B) Vista posterior


Fémur
Tibia
1
2
3
4
5
5
6
7
Fémur
Ligamento cruzado anterior (6)
Menisco lateral (1)
Ligamento colateral peroneo (2)
Articulación tibioperonea
Cabeza del peroné (3)
Ligamento cruzado posterior (7)
Ligamento colateral tibial (5)
Menisco medial (4)
Tibia
Bolsa profunda al ligamento colateral tibial
D.M.

(C) RM frontal de la articulación de la rodilla derecha

(D) Vista anterior de la sección frontal de la articulación de la rodilla derecha

FIGURA 5-90. Meniscos de la articulación de la rodilla. A. Se ha seccionado el tendón del cuádriceps, y la rótula y el ligamento rotuliano están reflejados inferior y anteriormente. Se muestran los meniscos, sus inserciones en el área intercondílea de la tibia y las inserciones tibiales de los ligamentos cruzados. **B.** El ligamento colateral tibial, en forma de banda, se inserta en el menisco medial. El ligamento colateral peroneo, en forma de cordón, está separado del menisco lateral. El ligamento meniscofemoral posterior fija el menisco lateral al cóndilo femoral medial. **C** y **D.** Los números que aparecen en la imagen de RM se refieren a las estructuras señaladas en el corte anatómico frontal correspondiente. (Parte C por cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Chair of Medical Imaging, University of Toronto, y Clinical Director of Tri-Hospital Magnetic Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

permiten que este movimiento alcance una amplitud de casi 60° cuando la rodilla está flexionada aproximadamente a 90°, siendo el ligamento colateral tibial la estructura que lo limita en última instancia. El quiasma (punto de cruzamiento) de los ligamentos cruzados sirve como pivote para los movimientos rotatorios de la rodilla. Debido a la orientación oblicua de los ligamentos cruzados, siempre hay uno de ellos o alguna parte de uno o de ambos en tensión, sea cual sea la posición de la rodilla. Son los ligamentos cruzados los que mantienen el contacto entre las superficies articulares femorales y tibiales durante la flexión de la rodilla.

El **ligamento cruzado anterior,** que es el más débil de los dos, se origina en la región intercondílea anterior de la tibia, justo posterior a la inserción del menisco medial (fig. 5-89A). Su irrigación es relativamente pobre. Sigue una trayectoria en dirección superior, posterior y lateral para insertarse en la parte posterior del lado medial del cóndilo lateral del fémur (fig. 5-89C). Limita el rodamiento posterior (rotación con desplazamiento) de los cóndilos femorales sobre la meseta tibial durante la flexión, y lo convierte en un giro sin desplazamiento. Además, evita el desplazamiento posterior del fémur sobre la tibia y la hiperextensión de la rodilla. Cuando la articulación se encuentra flexionada en ángulo recto no se puede traccionar la tibia anteriormente (como si se tirase de un cajón) porque está sujeta por el ligamento cruzado anterior.

El **ligamento cruzado posterior,** que es el más resistente de los dos ligamentos cruzados, se origina en la parte posterior de la región intercondílea de la tibia (fig. 5-89A y D); a continuación sigue un trayecto superior y anterior sobre el lado medial del ligamento cruzado anterior, y se inserta en la parte anterior de la cara lateral del cóndilo medial del fémur (fig. 5-89B y C). El ligamento cruzado posterior limita el rodamiento anterior del fémur sobre la meseta tibial durante la extensión y lo convierte en un giro. También evita el desplazamiento anterior del fémur sobre la tibia o el desplazamiento posterior de la tibia sobre el fémur, y se opone a la hiperflexión de la articulación de la rodilla. Cuando la rodilla está flexionada y sostiene el peso corporal (p. ej., cuando caminamos cuesta abajo), el ligamento cruzado posterior es el principal factor estabilizador del fémur.

Los **meniscos de la articulación de la rodilla** son placas («obleas») semilunares de fibrocartílago que se sitúan sobre la cara articular de la tibia para aumentar su profundidad y absorber impactos (fig. 5-90). Los meniscos son gruesos en sus bordes externos y su grosor disminuye progresivamente hasta llegar a sus delgados bordes internos libres. Los meniscos, cuya sección transversal tiene forma de cuña, se insertan firmemente por sus extremos en el *área intercondílea de la tibia* (fig. 5-89A). Sus bordes externos se insertan en la cápsula articular de la rodilla. Los **ligamentos coronarios** son porciones de la cápsula articular que se extienden entre los márgenes de los meniscos y la mayor parte de la periferia de los cóndilos tibiales (figs. 5-89B y 5-90A). Una delgada banda fibrosa denominada **ligamento transverso de la rodilla** une los bordes anteriores de los meniscos cruzando el área intercondílea anterior (fig. 5-89A) para mantenerlos sujetos entre sí durante los movimientos de la rodilla.

El **menisco medial** tiene forma de C y es más ancho posteriormente que anteriormente (fig. 5-90A). Su extremo (cuerno) anterior se inserta en el área intercondílea anterior de la tibia, anterior a la inserción del ligamento cruzado anterior (figs. 5-89A y B, y 5-90A). Su extremo posterior se inserta en el área intercondílea posterior de la tibia, anterior a la inserción del ligamento cruzado posterior. El menisco medial está firmemente unido a la superficie profunda del ligamento colateral tibial (figs. 5-88D y 5-90A a D). Debido a sus extensas inserciones laterales en el área intercondílea tibial y mediales en el ligamento colateral tibial, su movilidad sobre la meseta tibial es menor que la del menisco lateral.

El **menisco lateral** es casi circular, más pequeño y más móvil que el medial (fig. 5-90A). Proximalmente, el tendón del poplíteo se divide en dos partes: una de ellas se inserta en el epicóndilo lateral del fémur y pasa entre el menisco lateral y la parte inferior de la superficie epicondílea lateral del fémur (cara medial del tendón) y del ligamento colateral peroneo (cara lateral) (figs. 5-88A y 5-89B y D); la otra parte, más medial, se inserta en el cuerno posterior del menisco lateral. Una resistente tira tendinosa denominada **ligamento meniscofemoral posterior** une el menisco lateral al ligamento cruzado posterior y al cóndilo medial del fémur (figs. 5-89D y 5-90A y B).

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

La flexión y la extensión son los principales movimientos de la rodilla; también tiene lugar un cierto grado de rotación cuando se flexiona. Los principales movimientos de la articulación de la rodilla se ilustran en la figura 5-91, y los músculos que los generan se describen en la tabla 5-16 junto con algunos detalles relevantes.

Cuando el miembro inferior está totalmente extendido y con el pie sobre el suelo, la rodilla se «bloquea» pasivamente debido a la rotación medial de los cóndilos femorales sobre la meseta tibial (como un tornillo que se aprieta hasta el fondo). En esta posición, el miembro inferior se convierte en una columna sólida bien adaptada para el transporte de peso. Cuando la rodilla está «bloqueada» los músculos del muslo y de la pierna se pueden relajar brevemente sin que ésta se vuelva demasiado inestable. Para desbloquear la rodilla, el poplíteo se contrae y rota el fémur lateralmente unos 5° sobre la meseta tibial, y así se puede flexionar la rodilla.

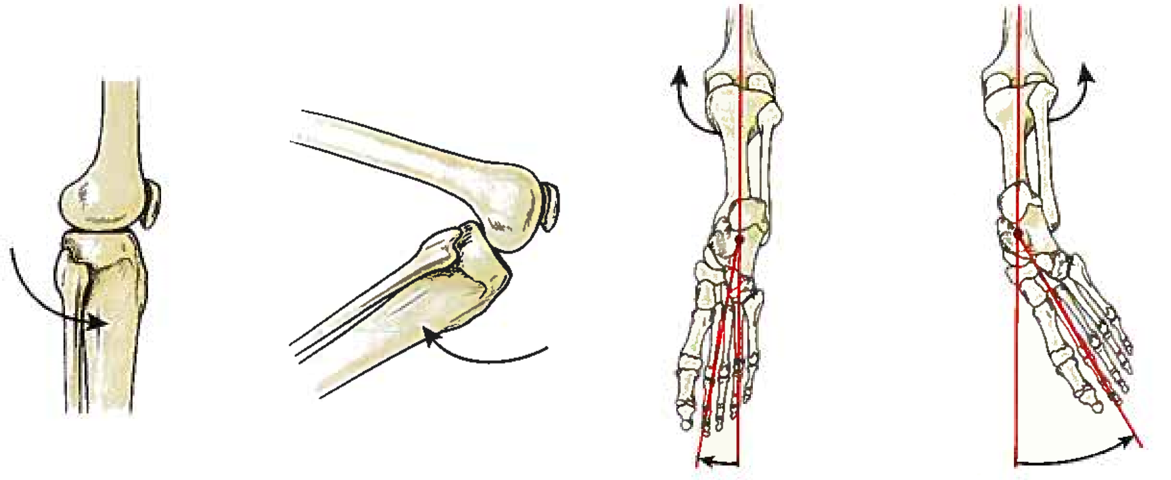
Movimientos de los meniscos. Aunque los ligamentos cruzados limitan el rodamiento de los cóndilos femorales durante la flexión y la extensión (lo convierten en un giro), sí tiene lugar un cierto grado de rodamiento en tanto que el punto de contacto entre el fémur y la tibia se desplaza posteriormente con la flexión y vuelve anteriormente con la extensión. Además, durante la rotación de la rodilla, un cóndilo femoral se desplaza anteriormente sobre el cóndilo tibial correspondiente mientras que el otro cóndilo femoral lo hace posteriormente (se produce una rotación alrededor de los ligamentos cruzados). Los meniscos deben ser capaces de migrar sobre la meseta tibial cuando cambian los puntos de contacto entre el fémur y la tibia.

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

La articulación de la rodilla está irrigada por 10 vasos que forman la **red arterial articular de la rodilla,** que se extiende alrededor de ésta: ramas para la rodilla (geniculares) de las arterias femoral y poplítea, y ramas recurrentes anterior y posterior de las arterias recurrente tibial anterior y circunfleja peronea (figs. 5-92 y 5-93B). La rama media de la rodilla de la arteria poplítea perfora la membrana fibrosa de la cápsula articular e irriga los ligamentos cruzados, la membrana sinovial y los bordes periféricos de los meniscos.

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

En concordancia con la ley de Hilton, los nervios que inervan los músculos que cruzan (actúan sobre) la rodilla también inervan la articulación (fig. 5-93D); en consecuencia, sus caras anterior, posterior y lateral están inervadas por ramos articulares de los nervios femoral (los ramos de los vastos), tibial y peroneo común, respectivamente. Además, los nervios (cutáneos) obturador y safeno aportan ramos articulares para su cara medial.



Extensión **Flexión** **Rotación medial de la pierna, con la articulación de la rodilla en flexión** **Rotación lateral de la pierna, con la articulación de la rodilla en flexión**

FIGURA 5-91. Movimientos de la articulación de la rodilla.

TABLA 5-16. MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA Y MÚSCULOS QUE LOS PRODUCEN

Movimiento	Grados posibles	Músculos que producen movimiento		Factores que limitan el movimiento	Comentarios
		Primarios	Secundarios		
Extensión		Cuádriceps femoral	Débilmente: tensor de la fascia lata	El borde anterior del menisco lateral está en contacto con el surco superficial entre las superficies tibial y rotuliana de los cóndilos femorales; el ligamento cruzado anterior está en contacto con el surco de la fosa intercondílea	La eficacia del cuádriceps para producir extensión es mayor cuando la articulación de la cadera está extendida; la flexión disminuye su eficacia
Flexión	120° (cadera extendida); 140° (cadera flexionada); 160° de forma pasiva	Isquiotibiales (semitendinoso, semimembranoso, cabeza larga del bíceps); cabeza corta del bíceps	Grácil, sartorio, gastrocnemio, poplíteo	La pantorrilla está en contacto con el muslo; la longitud de los isquiotibiales también es un factor —es posible una mayor flexión de la rodilla cuando la articulación de la cadera está flexionada; no se puede flexionar completamente la rodilla cuando la cadera está extendida	Normalmente, la función del gastrocnemio es mínima, pero cuando existe una fractura supracondílea rota (flexiona) el fragmento distal del fémur
Rotación medial	10° con la rodilla flexionada; 5° con la rodilla extendida	Semitendinoso y semimembranoso cuando la rodilla está flexionada; poplíteo cuando la rodilla libre de peso está extendida	Grácil, sartorio	Los ligamentos colaterales, laxos durante la flexión sin rotación, se tensan en los límites de la rotación	Cuando la rodilla extendida soporta peso, la acción del poplíteo rota lateralmente el fémur; cuando no soporta peso, el poplíteo rota medialmente la rótula
Rotación lateral	30°	Bíceps femoral cuando la rodilla está flexionada		Los ligamentos colaterales se tensan; el ligamento cruzado anterior se enrosca alrededor del ligamento cruzado posterior	Al final de la rotación, sin oposición, el tensor de la fascia lata puede ayudar a mantener la posición

BOLSAS ALREDEDOR DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Existen por lo menos 12 bolsas alrededor de la articulación de la rodilla, ya que la mayoría de los tendones siguen un trayecto paralelo a los huesos y ejercen una tracción longitudinal a través de la articulación durante los movimientos de ésta. Las principales bolsas de la rodilla se ilustran en la figura 5-94 y se describen en la tabla 5-17.

Las **bolsas subcutáneas prerrotuliana** e **infrarrotuliana** se localizan en la superficie convexa de la articulación y permiten que la piel se desplace libremente durante los movimientos de la rodilla (figs. 5-87B y 5-88A).

Cuatro bolsas se comunican con la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla: la bolsa suprarrotuliana (en profundidad respecto a la porción distal del cuádriceps), la bolsa del músculo poplíteo, la bolsa anserina (en profundidad respecto a las inserciones distales de los tendones de los músculos sartorio, grácil y

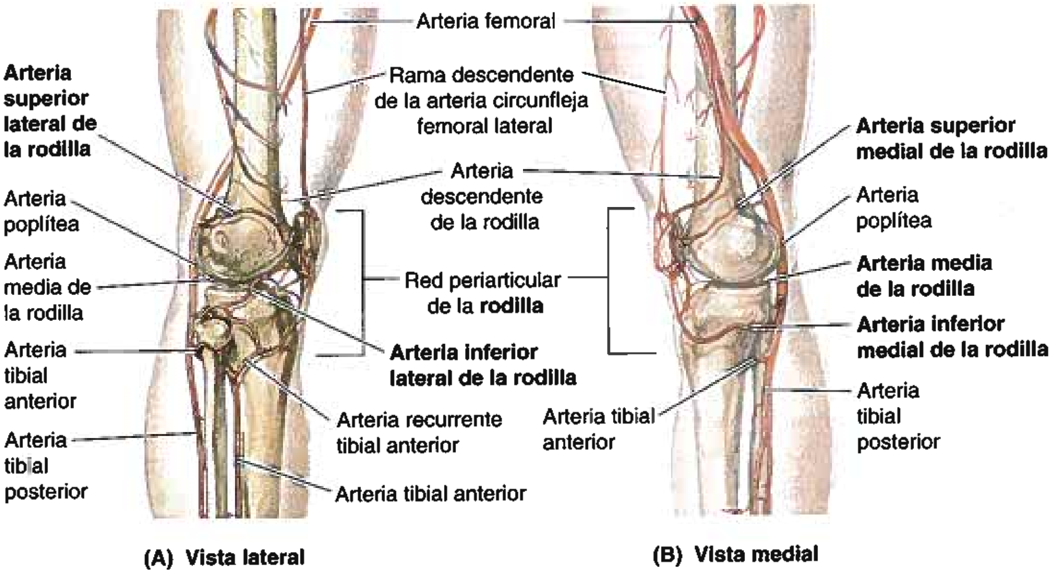

Arteria femoral
Arteria superior lateral de la rodilla
Rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral
Arteria superior medial de la rodilla
Arteria descendente de la rodilla
Arteria poplítea
Arteria poplítea
Arteria media de la rodilla
Red periarticular de la rodilla
Arteria media de la rodilla
Arteria inferior medial de la rodilla
Arteria tibial anterior
Arteria inferior lateral de la rodilla
Arteria recurrente tibial anterior
Arteria tibial anterior
Arteria tibial posterior
Arteria tibial posterior
Arteria tibial anterior
(A) Vista lateral
(B) Vista medial

FIGURA 5-92. **Anastomosis arteriales alrededor de la rodilla.** Además de proporcionar circulación colateral, las arterias de la red arterial de la rodilla irrigan las estructuras que rodean la articulación, así como la propia articulación (p. ej., su cápsula articular). Compárense estas vistas con la anterior de la figura 5-93B.

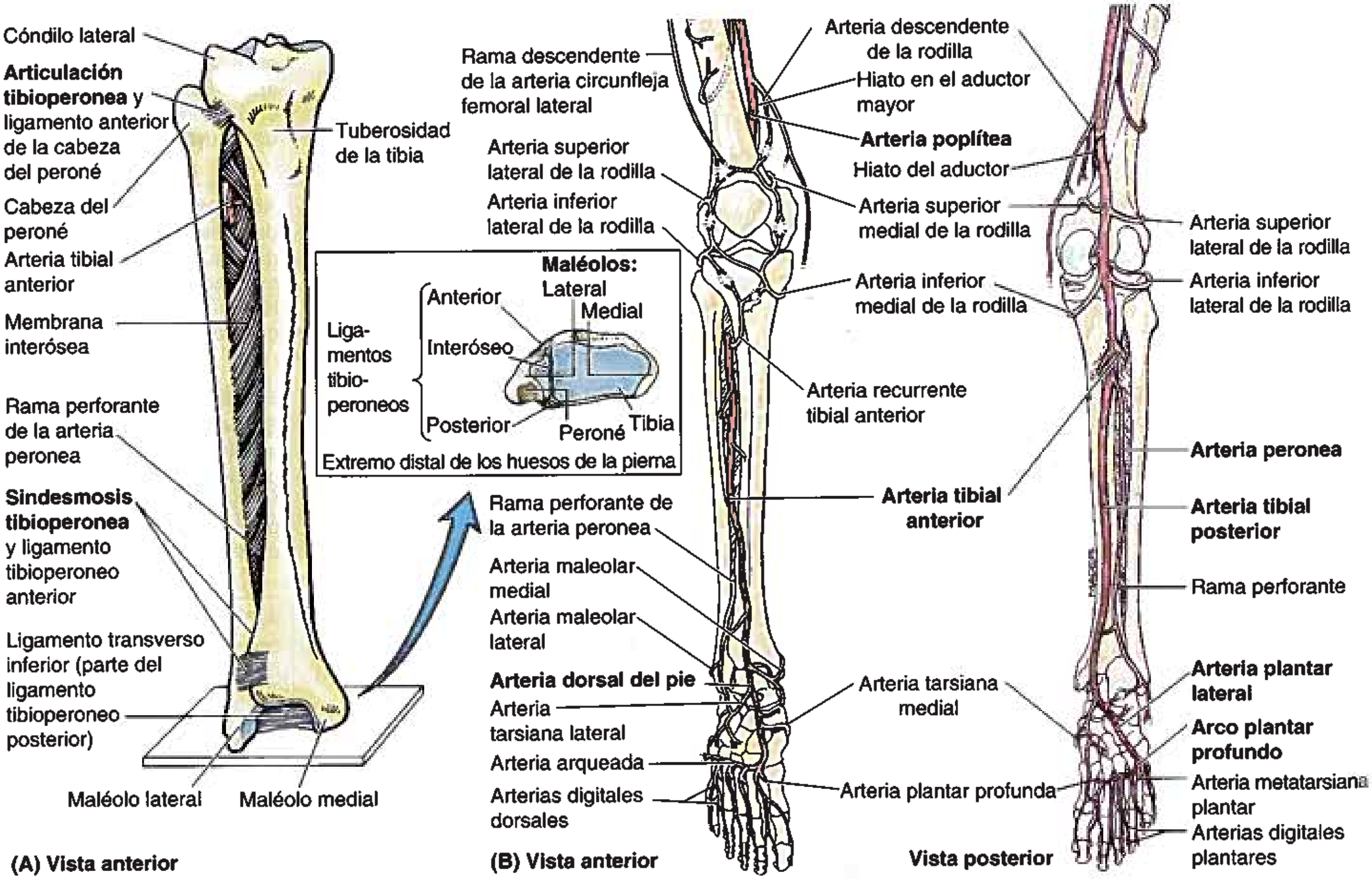

Cóndilo lateral
Articulación tibioperonea y ligamento anterior de la cabeza del peroné
Tuberosidad de la tibia
Cabeza del peroné
Arteria tibial anterior
Membrana interósea
Rama perforante de la arteria peronea
Sindesmosis tibioperonea y ligamento tibioperoneo anterior
Ligamento transverso inferior (parte del ligamento tibioperoneo posterior)
Maléolo lateral
Maléolo medial
(A) Vista anterior
Maléolos:
Lateral
Medial
Ligamentos tibioperoneos
Anterior
Interóseo
Posterior
Peroné
Tibia
Extremo distal de los huesos de la pierna
Rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral
Arteria superior lateral de la rodilla
Arteria inferior lateral de la rodilla
Rama perforante de la arteria peronea
Arteria maleolar medial
Arteria maleolar lateral
Arteria dorsal del pie
Arteria tarsiana lateral
Arteria arqueada
Arterias digitales dorsales
(B) Vista anterior
Arteria descendente de la rodilla
Hiato en el aductor mayor
Arteria poplítea
Hiato del aductor
Arteria superior medial de la rodilla
Arteria inferior medial de la rodilla
Arteria recurrente tibial anterior
Arteria tibial anterior
Arteria tarsiana medial
Arteria plantar profunda
Vista posterior
Arteria superior lateral de la rodilla
Arteria inferior lateral de la rodilla
Arteria peronea
Arteria tibial posterior
Rama perforante
Arteria plantar lateral
Arco plantar profundo
Arteria metatarsiana plantar
Arterias digitales plantares

FIGURA 5-93. **Articulaciones y estructuras vasculonerviosas de la pierna y el pie.** **A.** La articulación tibioperonea comprende la articulación sinovial tibioperonea y la sindesmosis tibioperonea; esta última está formada por la membrana interósea de la pierna y los ligamentos tibioperoneos anterior y posterior. La dirección oblicua de las fibras de la membrana interósea, que se extiende fundamentalmente hacia abajo y lateralmente desde la tibia, permite un ligero movimiento hacia arriba del peroné, pero resiste el empuje de éste hacia abajo. **B.** Arterias de las articulaciones de la pierna y el pie. La rodilla y el tobillo están rodeados por redes arteriales periarticulares *(continúa)*.

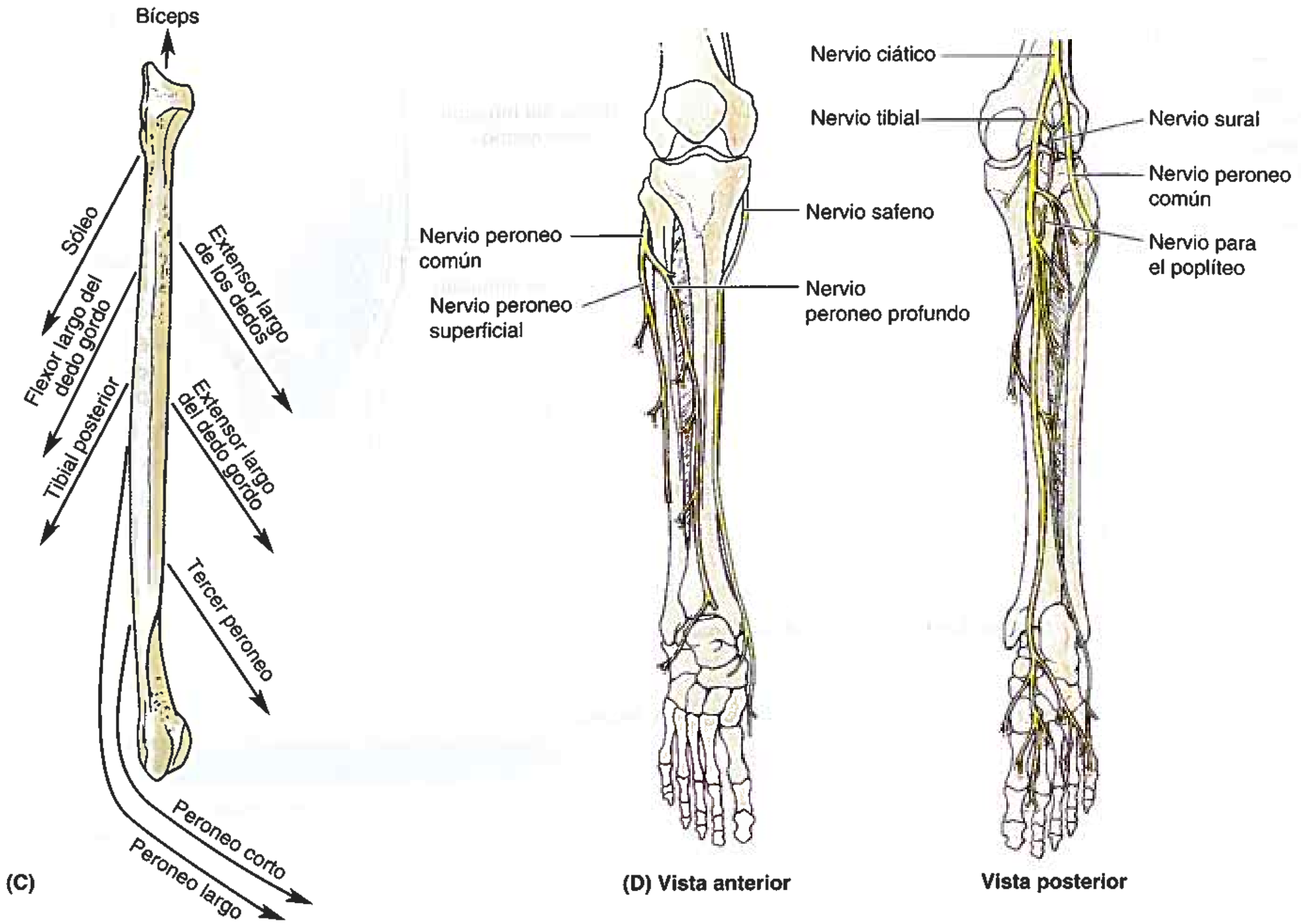

Bíceps
Sóleo
Flexor largo del dedo gordo
Tibial posterior
Extensor largo de los dedos
Extensor largo del dedo gordo
Tercer peroneo
Peroneo corto
Peroneo largo
(C)
Nervio ciático
Nervio tibial
Nervio safeno
Nervio peroneo común
Nervio peroneo superficial
Nervio peroneo profundo
Nervio sural
Nervio peroneo común
Nervio para el poplíteo
(D) Vista anterior
Vista posterior

FIGURA 5-93. *(Continuación)* **Articulaciones y estructuras vasculonerviosas de la pierna y el pie. C.** De los nueve músculos que se insertan en el peroné, todos, salvo uno, empujan el hueso hacia abajo. **D.** Inervación de la pierna y el pie. Empezando en la rodilla y avanzando distalmente por el miembro, los nervios cutáneos participan cada vez más en la inervación de las articulaciones, encargándose totalmente de ello en la parte distal del pie y en los dedos.

semitendinoso) y la bolsa subtendinosa del músculo gastrocnemio (figs. 5-88A y 5-89D). La gran **bolsa suprarrotuliana** (figs. 5-86A y 5-88A) es especialmente importante porque una infección que la afecte se puede propagar a la cavidad articular de la rodilla. Aunque se desarrolla separadamente de la articulación de la rodilla, esta bolsa se continúa con ella.

Articulaciones tibioperoneas

La tibia y el peroné están conectados por dos articulaciones: la *articulación tibioperonea* y la *sindesmosis tibioperonea* (articulación tibioperonea inferior). Además, una *membrana interósea* une los cuerpos de los dos huesos (fig. 5-93A). Las fibras de la membrana interósea y todos los ligamentos de ambas articulaciones tibioperoneas se dirigen inferiormente desde la tibia hasta el peroné. En consecuencia, la membrana y los ligamentos tienen una gran resistencia a la tracción ejercida hacia abajo sobre el peroné por ocho de los nueve músculos que se le insertan (fig. 5-93C). No obstante, permiten un ligero movimiento hacia arriba del peroné cuando el extremo ancho (posterior) de la tróclea del astrágalo se encaja entre los maléolos durante la flexión dorsal del tobillo. No es posible que tengan lugar movimientos en la articulación tibioperonea superior sin que se mueva la sindesmosis tibioperonea.

Los vasos tibiales anteriores pasan a través de un hiato situado en el extremo superior de la membrana interósea (fig. 5-93A y B). En el extremo inferior de la membrana hay otro hiato de menor tamaño a través del cual pasa la rama perforante de la arteria peronea.

ARTICULACIÓN TIBIOPERONEA

La **articulación tibioperonea** (articulación tibioperonea superior) es una articulación sinovial plana que se establece entre la cara articular plana de la cabeza del peroné y una cara articular parecida que se localiza posterolateralmente en el cóndilo lateral de la tibia (figs. 5-90B y D, y 5-93A). Una tensa cápsula articular rodea la articulación y se inserta en los bordes de las superficies articulares del peroné y la tibia. La cápsula articular está reforzada por los *ligamentos anterior* y *posterior de la cabeza del peroné*, que siguen un trayecto superomedial desde la cabeza del peroné hasta el cóndilo lateral de la tibia (fig. 5-90B). El tendón del poplíteo cruza posteriormente la articulación. Un divertículo formado por membrana sinovial procedente de la articulación

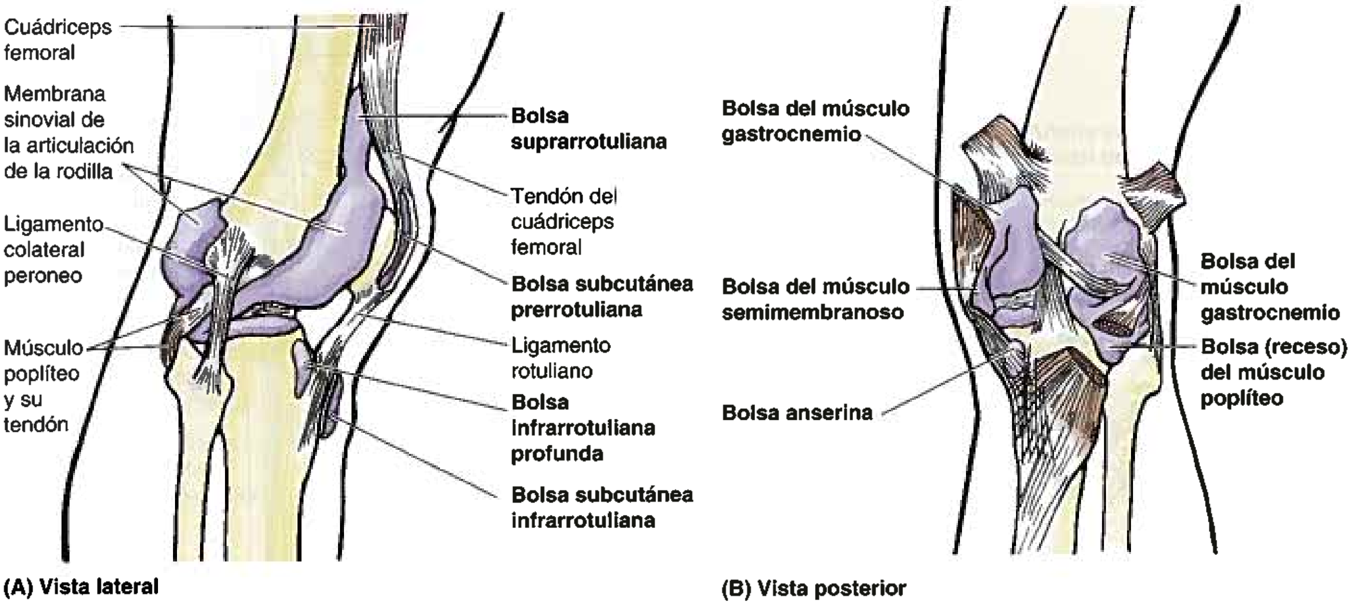

Cuádriceps femoral
Membrana sinovial de la articulación de la rodilla
Ligamento colateral peroneo
Músculo poplíteo y su tendón
Bolsa suprarrotuliana
Tendón del cuádriceps femoral
Bolsa subcutánea prerrotuliana
Ligamento rotuliano
Bolsa infrarrotuliana profunda
Bolsa subcutánea infrarrotuliana
(A) Vista lateral
Bolsa del músculo gastrocnemio
Bolsa del músculo semimembranoso
Bolsa anserina
Bolsa del músculo gastrocnemio
Bolsa (receso) del músculo poplíteo
(B) Vista posterior

FIGURA 5-94. Bolsas que rodean la articulación de la rodilla y la parte proximal de la pierna.

TABLA 5-17. BOLSAS QUE RODEAN LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Bolsa	Localización	Comentarios
Suprarrotuliana	Entre el fémur y el tendón del cuádriceps femoral	Se mantiene en posición por el músculo articular de la rodilla; comunica libremente con (la extensión superior de) la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla
Bolsa (receso) del músculo poplíteo	Entre el tendón del poplíteo y el cóndilo lateral de la tibia	Se abre en la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla, inferior al menisco lateral
Anserina	Separa los tendones del sartorio, grácil y semitendinoso de la tibia y el ligamento colateral tibial	Área en que los tendones de estos músculos se insertan en la tibia; se parece a una pata de ganso
Bolsa del músculo gastrocnemio	Profunda con respecto a la inserción proximal del tendón de la cabeza medial del gastrocnemio	Una extensión de la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla
Bolsa del músculo semimembranoso	Entre la cabeza medial del gastrocnemio y el tendón del semimembranoso	Se relaciona con la inserción distal del semimembranoso
Subcutánea prerrotuliana	Entre la piel y la cara anterior de la rótula	Permite el movimiento libre de la piel sobre la rótula durante los movimientos de la pierna
Subcutánea infrarrotuliana	Entre la piel y la tuberosidad de la tibia	Ayuda a la rodilla a resistir las presiones que se crean al arrodillarse
Infrarrotuliana profunda	Entre el ligamento rotuliano y la cara anterior de la tibia	Está separada de la articulación de la rodilla por el cuerpo adiposo infrarrotuliano

de la rodilla y denominado *bolsa (receso) del músculo poplíteo* (fig. 5-94; tabla 5-17) pasa entre el tendón del poplíteo y el cóndilo lateral de la tibia. Alrededor de un 20 % del tiempo, la bolsa también se comunica con la cavidad sinovial de la articulación tibioperonea, lo cual permite la diseminación de procesos inflamatorios entre las dos articulaciones.

Movimiento. La articulación se mueve ligeramente durante la flexión dorsal del pie como resultado del encaje de la tróclea del astrágalo entre los maléolos (v. «Superficies articulares de la articulación talocrural», p. 647).

Irrigación. Las arterias que irrigan la articulación tibioperonea superior proceden de las arterias inferior lateral de la rodilla y recurrente tibial anterior (figs. 5-92A y 5-93B).

Inervación. Los nervios que inervan la articulación tibioperonea proceden del nervio peroneo común y del nervio para el músculo poplíteo (fig. 5-93D).

SINDESMOSIS TIBIOPERONEA

La **sindesmosis tibioperonea** es una articulación fibrosa compuesta. Es la unión fibrosa que se establece entre la tibia y el peroné por medio de la *membrana interósea* (que une los cuerpos), y los *ligamentos tibioperoneos anterior, interóseo y posterior* (este último une los extremos distales de ambos huesos y configura la **articulación tibioperonea inferior**). La integridad de la articulación tibioperonea inferior es esencial para la estabilidad de la articulación talocrural, ya que sostiene el maléolo lateral firmemente contra la cara lateral del astrágalo.

Superficies articulares y ligamentos. El área articular triangular y rugosa situada en la cara medial del extremo inferior del peroné se articula con una carilla que se encuentra en el extremo inferior de la tibia (fig. 5-93A). El profundo y resistente **ligamento tibioperoneo interóseo,** que se continúa superiormente con la membrana interósea, establece la principal conexión entre la tibia y el peroné. La articulación también está reforzada anterior y posteriormente por los fuertes **ligamentos tibioperoneos anterior** y **posterior** externos. La continuación profunda distal del ligamento tibioperoneo posterior, denominada **ligamento (tibioperoneo) transverso inferior,** establece una fuerte conexión entre los extremos distales de la tibia (maléolo medial) y el peroné (maléolo lateral). Contacta con el astrágalo y forma la «pared» posterior de un receptáculo cuadrado (con tres paredes profundas y una pared anterior poco profunda o abierta), denominado **mortaja maleolar,** en el cual se aloja la tróclea del astrágalo. Las paredes lateral y medial de la mortaja están formadas por los respectivos maléolos (fig. 5-95).

Movimiento. La articulación se mueve ligeramente para acomodar el encaje de la porción ancha de la tróclea del astrágalo entre los maléolos durante la flexión dorsal del pie.

Irrigación. Las arterias proceden de la rama perforante de la arteria peronea y de las ramas maleolares mediales de las arterias tibiales anterior y posterior (fig. 5-93B).

Inervación. Los nervios que llegan a la sindesmosis proceden de los nervios peroneo profundo, tibial y safeno (fig. 5-93D).

Articulación talocrural

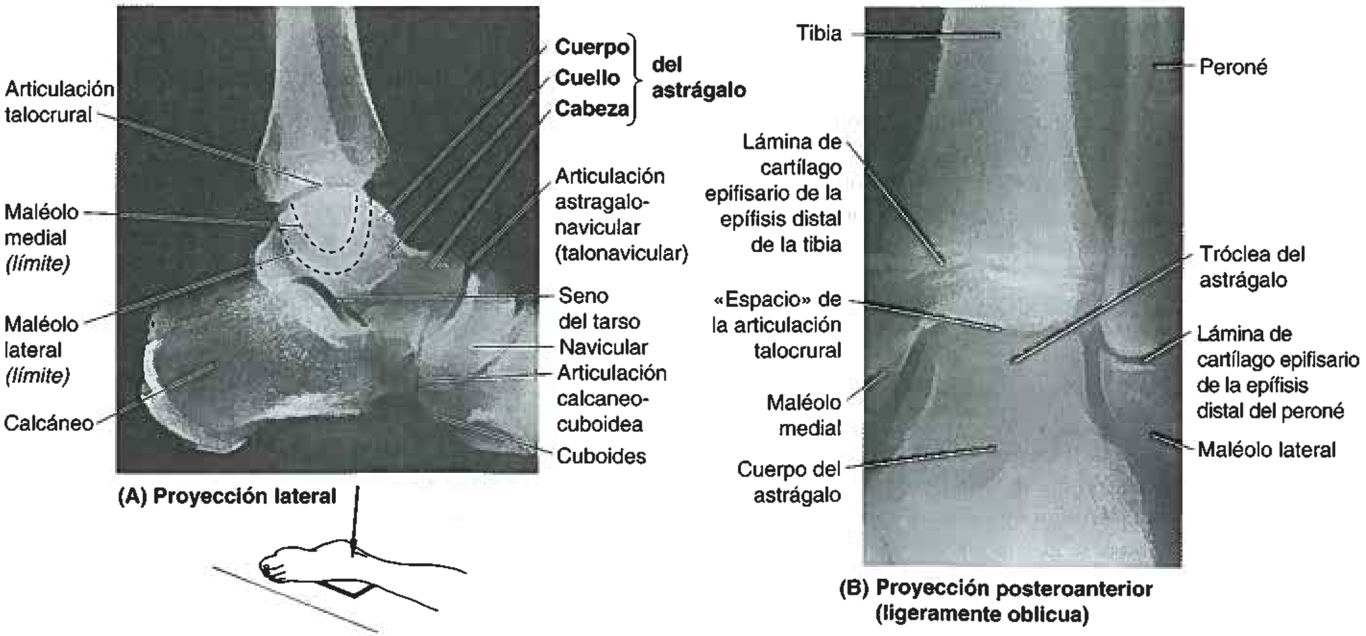
La **articulación talocrural** (articulación del tobillo) es una articulación sinovial de tipo gínglimo. Se localiza entre los extremos distales de la tibia y el peroné y la parte superior del astrágalo (figs. 5-95 y 5-96). Se puede palpar entre los tendones de la cara anterior del tobillo como una ligera depresión, aproximadamente a 1 cm de la punta del maléolo medial en dirección proximal.

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN TALOCRURAL

Los extremos distales de la tibia y el peroné (junto con la parte transversa inferior del ligamento tibioperoneo posterior) (fig. 5-93A) forman una *mortaja maleolar* (mortaja tibioperonea) en la cual encaja la *tróclea del astrágalo,* con forma de polea (figs. 5-95B y 5-96). La tróclea es la superficie articular superior redondeada del astrágalo (fig. 5-99C). La cara medial del maléolo lateral se articula con la cara maleolar lateral del astrágalo. La tibia se articula con el astrágalo en dos localizaciones:

1. Su cara inferior forma el techo de la mortaja maleolar y transfiere el peso del cuerpo al astrágalo.
2. Su maléolo medial se articula con la cara maleolar medial del astrágalo.

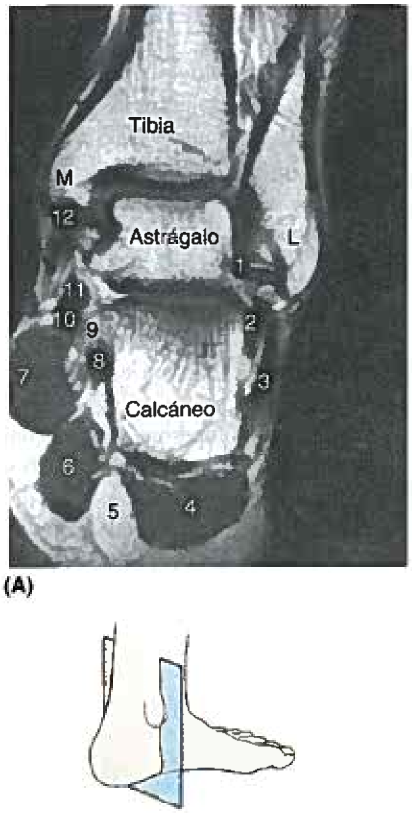
Los maléolos sujetan firmemente el astrágalo cuando se balancea en la mortaja durante los movimientos de la articulación. La sujeción de la tróclea por parte de los maléolos es más firme durante la flexión dorsal del pie (como sucede cuando se «clavan los talones» al descender por una cuesta o se practica el juego de tirar de la cuerda), ya que este movimiento empuja la parte anterior más ancha de la tróclea entre los maléolos y separa ligeramente la tibia del peroné. Esta separación está limitada especialmente por


Articulación talocrural
Maléolo medial (límite)
Maléolo lateral (límite)
Calcáneo
Cuerpo
Cuello
Cabeza
del astrágalo
Articulación astragalonavicular (talonavicular)
Seno del tarso
Navicular
Articulación calcaneocuboidea
Cuboides
Tibia
Peroné
Lámina de cartílago epifisario de la epífisis distal de la tibia
«Espacio» de la articulación talocrural
Maléolo medial
Cuerpo del astrágalo
Tróclea del astrágalo
Lámina de cartílago epifisario de la epífisis distal del peroné
Maléolo lateral

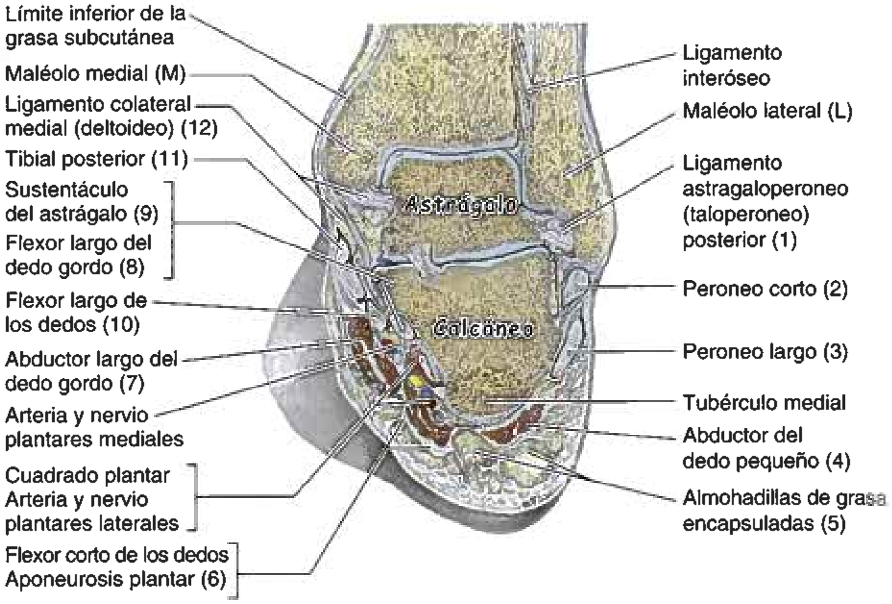
(A) Proyección lateral

(B) Proyección posteroanterior (ligeramente oblicua)

FIGURA 5-95. Imagen radiográfica de la articulación talocrural. A. Tobillo izquierdo (cortesía del Dr. P. Bobechko y del Dr. E. Becker, Department of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada). **B.** Articulación talocrural de un muchacho de 14 años. A esta edad son evidentes las láminas de cartílago epifisario.


Tibia
M
12
Astrágalo
L
1
11
10
9
2
8
7
3
Calcáneo
6
5
4

(A)


Límite inferior de la grasa subcutánea
Maléolo medial (M)
Ligamento colateral medial (deltoideo) (12)
Tibial posterior (11)
Sustentáculo del astrágalo (9)
Flexor largo del dedo gordo (8)
Flexor largo de los dedos (10)
Abductor largo del dedo gordo (7)
Arteria y nervio plantares mediales
Cuadrado plantar
Arteria y nervio plantares laterales
Flexor corto de los dedos
Aponeurosis plantar (6)
Astrágalo
Calcáneo
Ligamento interóseo
Maléolo lateral (L)
Ligamento astragaloperoneo (taloperoneo) posterior (1)
Peroneo corto (2)
Peroneo largo (3)
Tubérculo medial
Abductor del dedo pequeño (4)
Almohadillas de grasa encapsuladas (5)

(B) Vista posterior

FIGURA 5-96. Anatomía de la sección de la región del tobillo. A y B. El esquema muestra las estructuras visibles en la RM del tobillo. (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Professor and Chair of Medical Imaging, University of Toronto, and Clinical Director of Tri-Hospital Magnetic Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

el resistente ligamento tibioperoneo interóseo y por los ligamentos tibioperoneos anterior y posterior, que unen la tibia con el peroné (figs. 5-96 y 5-97).

El *ligamento interóseo* se sitúa en profundidad entre las superficies casi congruentes de la tibia y el peroné. Aunque su inserción se muestra en la figura 5-93A, este ligamento sólo se puede observar en una sección transversal o si se rompe.

La articulación talocrural es relativamente inestable durante la flexión plantar, ya que la tróclea es más estrecha posteriormente y, por ello, se encuentra relativamente holgada dentro de la mortaja. Es durante la flexión plantar cuando se produce la mayoría de las lesiones del tobillo (normalmente como resultado de una inversión súbita e inesperada del pie y por tanto con una resistencia inadecuada).

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN TALOCRURAL

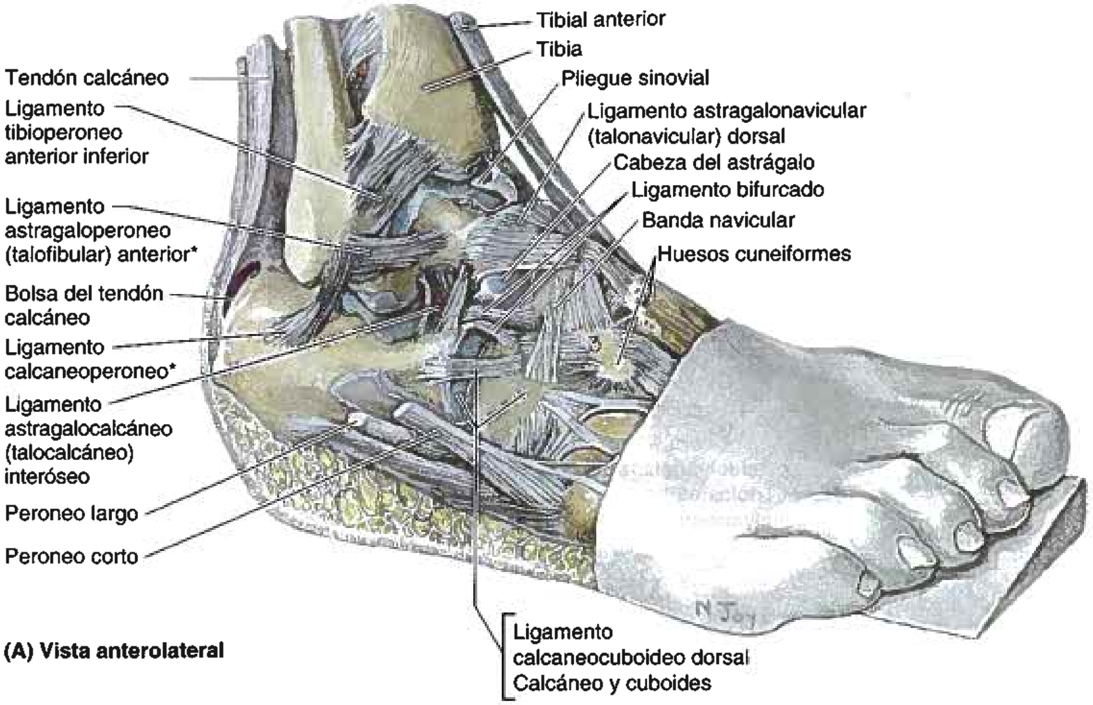
La **cápsula articular de la articulación talocrural** es delgada anterior y posteriormente, pero está reforzada a cada lado por los resistentes *ligamentos* (colaterales) *lateral* y *medial* (figs. 5-97 y 5-98; en la fig. 5-97 se han retirado las partes delgadas de la cápsula, dejando sólo las reforzadas —los ligamentos— y un pliegue sinovial). Su membrana fibrosa se inserta superiormente en los bordes de las superficies articulares de la tibia y en los maléolos, e inferiormente en el astrágalo. La membrana sinovial es laxa y reviste la membrana fibrosa de la cápsula. Con frecuencia, la cavidad sinovial se extiende superiormente entre la tibia y el peroné hasta la altura del ligamento tibioperoneo interóseo.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN TALOCRURAL

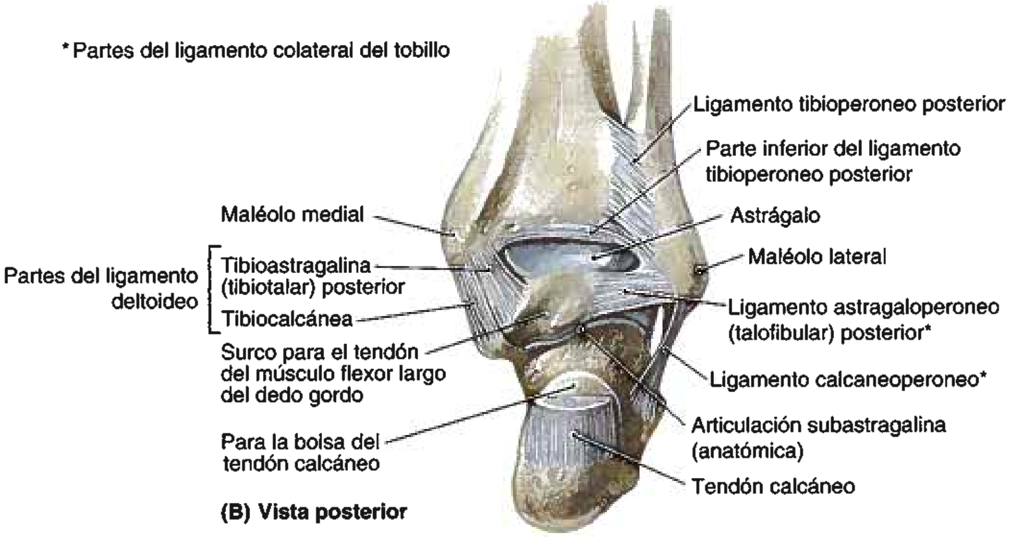
La articulación talocrural está reforzada lateralmente por el **ligamento colateral lateral,** que está compuesto por tres ligamentos completamente separados (fig. 5-97A y B):

1. **Ligamento astragaloperoneo (talofibular) anterior,** una débil banda aplanada que se extiende anteromedialmente desde el maléolo lateral hasta el cuello del astrágalo.
2. **Ligamento astragaloperoneo (talofibular) posterior,** una banda gruesa y bastante resistente que sigue un trayecto en dirección horizontal, medial y ligeramente posterior desde la fosa maleolar hasta el tubérculo lateral del astrágalo.
3. **Ligamento calcaneoperoneo,** un cordón redondeado que discurre posteroinferiormente desde el vértice del maléolo lateral hasta la cara lateral del calcáneo.

La cápsula articular está reforzada medialmente por el resistente y extenso **ligamento colateral medial** (ligamento deltoideo), que se inserta proximalmente en el maléolo medial (fig. 5-98). El ligamento medial se extiende en forma de abanico desde el maléolo para insertarse distalmente en el astrágalo, el calcáneo y el navicular mediante cuatro porciones adyacentes y continuas: la **porción tibionavicular,** la **porción tibiocalcánea** y las **porciones tibioastragalinas anterior** y **posterior.** El ligamento colateral medial estabiliza la articulación talocrural durante la eversión y evita su subluxación (luxación parcial).


Tibial anterior
Tibia
Pliegue sinovial
Ligamento astragalonavicular (talonavicular) dorsal
Cabeza del astrágalo
Ligamento bifurcado
Banda navicular
Huesos cuneiformes
Tendón calcáneo
Ligamento tibioperoneo anterior inferior
Ligamento astragaloperoneo (talofibular) anterior*
Bolsa del tendón calcáneo
Ligamento calcaneoperoneo*
Ligamento astragalocalcáneo (talocalcáneo) interóseo
Peroneo largo
Peroneo corto
Ligamento calcaneocuboideo dorsal
Calcáneo y cuboides

(A) Vista anterolateral


* Partes del ligamento colateral del tobillo
Ligamento tibioperoneo posterior
Parte inferior del ligamento tibioperoneo posterior
Maléolo medial
Astrágalo
Maléolo lateral
Partes del ligamento deltoideo
Tibioastragalina (tibiotalar) posterior
Tibiocalcánea
Ligamento astragaloperoneo (talofibular) posterior*
Surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo
Ligamento calcaneoperoneo*
Articulación subastragalina (anatómica)
Para la bolsa del tendón calcáneo
Tendón calcáneo

(B) Vista posterior

FIGURA 5-97. Disección de la articulación del tobillo, y articulaciones de inversión y eversión del pie. En **(A)** el pie está invertido (colocando una cuña debajo del pie) para mostrar las superficies articulares y poner los ligamentos laterales en tensión.

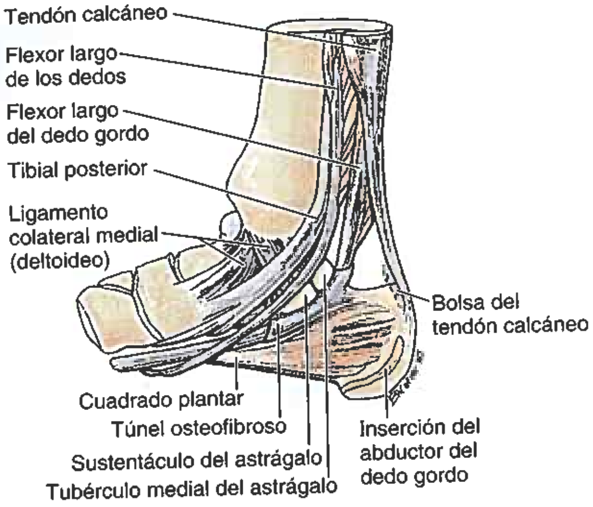
MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN TALOCRURAL

Los principales movimientos de la articulación talocrural son la flexión dorsal y la flexión plantar del pie, que tienen lugar alrededor de un eje transversal que pasa a lo largo del astrágalo (fig. 5-99B). Debido a la holgura con que descansa el extremo estrecho de la tróclea del astrágalo entre los maléolos cuando el pie se encuentra en flexión plantar, puede haber un cierto «bamboleo» (pequeños grados de abducción, aducción, inversión y eversión) en esta inestable posición.

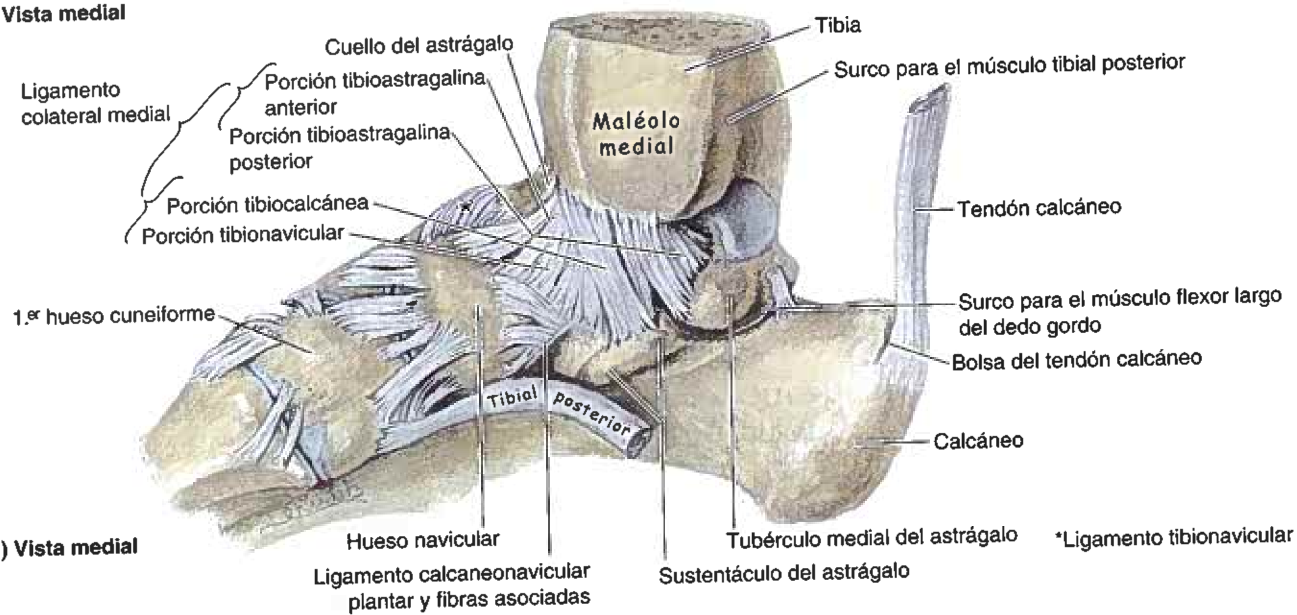
- La *flexión dorsal del pie* (dorsiflexión) tiene lugar por la acción de los músculos del compartimiento anterior de la pierna (v. tabla 5-10). Normalmente, la flexión dorsal está limitada por la resistencia pasiva del tríceps sural al estiramiento y por la tensión de los ligamentos colaterales medial y lateral.
- La *flexión plantar del pie* tiene lugar por la acción de los músculos del compartimiento posterior de la pierna (v. tabla 5-13). Cuando se baila *ballet* sobre las puntas de los dedos, por ejemplo, el dorso del pie se encuentra alineado con la superficie anterior de la pierna.

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN TALOCRURAL

Las arterias que irrigan la articulación talocrural proceden de las ramas maleolares de las arterias tibiales anterior y posterior, y peronea (fig. 5-93B).


Tendón calcáneo
Flexor largo de los dedos
Flexor largo del dedo gordo
Tibial posterior
Ligamento colateral medial (deltoideo)
Bolsa del tendón calcáneo
Cuadrado plantar
Túnel osteofibroso
Sustentáculo del astrágalo
Tubérculo medial del astrágalo
Inserción del abductor del dedo gordo

(A) Vista medial


Cuello del astrágalo
Tibia
Ligamento colateral medial
Porción tibioastragalina anterior
Porción tibioastragalina posterior
Surco para el músculo tibial posterior
Maléolo medial
Porción tibiocalcánea
Porción tibionavicular
Tendón calcáneo
1.er hueso cuneiforme
Surco para el músculo flexor largo del dedo gordo
Bolsa del tendón calcáneo
Tibial posterior
Calcáneo
Hueso navicular
Tubérculo medial del astrágalo
*Ligamento tibionavicular
Ligamento calcaneonavicular plantar y fibras asociadas
Sustentáculo del astrágalo

(B) Vista medial

FIGURA 5-98. Tendones y ligamentos de la cara medial del tobillo y el pie. A. Relaciones de los tendones de los músculos flexores con el maléolo medial y el sustentáculo del astrágalo al descender por la cara posterolateral de la región del tobillo y entrar en el pie. Se ha retirado el retináculo de los músculos flexores, salvo la parte que sujeta el tendón del flexor largo del dedo gordo. **B.** En esta disección se muestran las cuatro porciones del ligamento colateral medial (deltoideo) del tobillo.

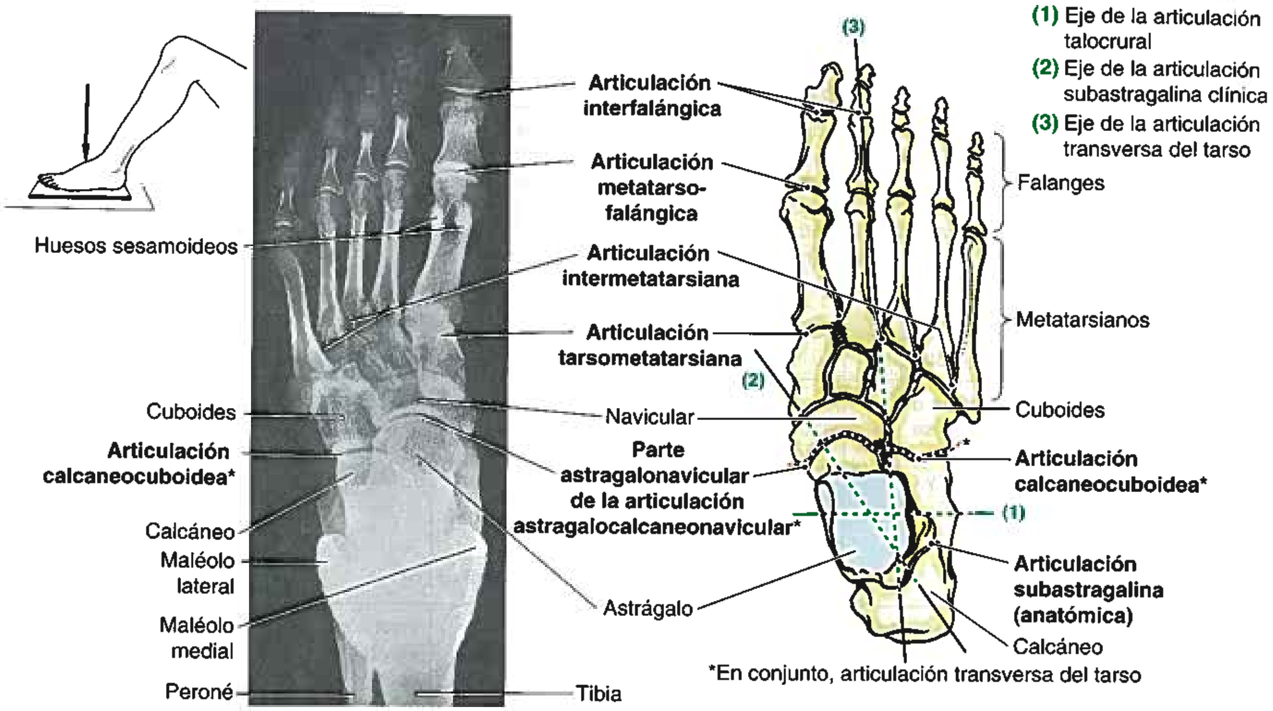
INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN TALOCRURAL

Los nervios que llegan a la articulación talocrural proceden de los nervios tibial y peroneo profundo (una división del nervio peroneo común) (fig. 5-93D).

Articulaciones del pie

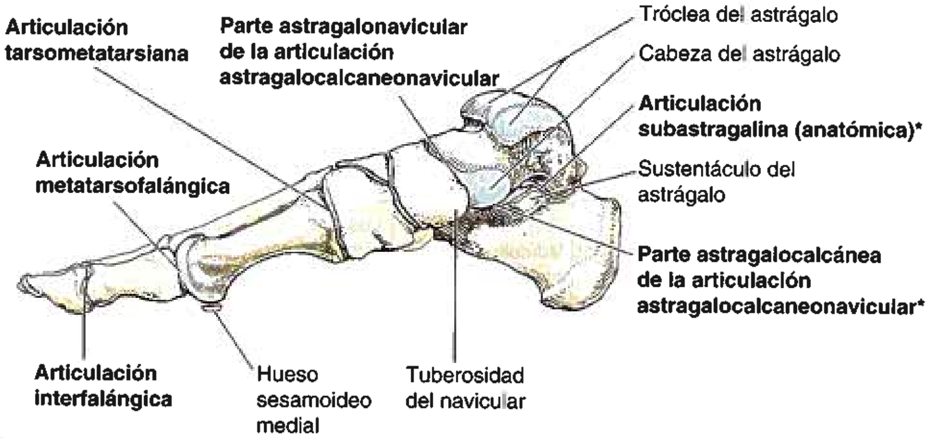
En las múltiples articulaciones del pie están implicados los huesos del tarso, los metatarsianos y las falanges (fig. 5-99; tabla 5-18). Las articulaciones intertarsianas más importantes son la *articulación subastragalina* (*talocalcánea* o *astragalocalcánea*) y la *articulación transversa del tarso* (articulaciones *calcaneocuboidea* y *astragalocalcaneonavicular* [*talocalcaneonavicular*]). La inversión y la eversión del pie son los principales movimientos en que están implicadas estas articulaciones. Las otras articulaciones intertarsianas (p. ej., las *articulaciones intercuneiformes*) y las *articulaciones tarsometatarsianas* e *intermetatarsianas* son relativamente pequeñas y están tan estrechamente unidas por ligamentos que sólo pueden moverse ligeramente. En el pie, la flexión y la extensión se producen en el antepié a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas (fig. 5-100A y B; tabla 5-19). La flexión de los dedos (especialmente de los dedos gordo y 2.°) aumenta la inversión, y su extensión (especialmente la de los tres dedos laterales) aumenta la eversión. Todos los huesos de la parte del pie proximal a las articulaciones metatarsofalángicas están unidos por ligamentos dorsales y plantares. Los huesos de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas están unidos por ligamentos colaterales laterales y mediales.

La **articulación subastragalina** se encuentra donde el astrágalo descansa sobre el calcáneo y se articula con él. La *articulación*


(3)
(1) Eje de la articulación talocrural
(2) Eje de la articulación subastragalina clínica
(3) Eje de la articulación transversa del tarso
Articulación interfalángica
Articulación metatarsofalángica
Falanges
Huesos sesamoideos
Articulación intermetatarsiana
Metatarsianos
Articulación tarsometatarsiana
(2)
Cuboides
Navicular
Cuboides
Articulación calcaneocuboidea*
Parte astragalonavicular de la articulación astragalocalcaneonavicular*
Articulación calcaneocuboidea*
(1)
Calcáneo
Maléolo lateral
Articulación subastragalina (anatómica)
Astrágalo
Maléolo medial
Calcáneo
*En conjunto, articulación transversa del tarso
Peroné
Tibia

(A) Proyección dorsoplantar (vista inferior)

(B) Vista superior


Articulación tarsometatarsiana
Parte astragalonavicular de la articulación astragalocalcaneonavicular
Tróclea del astrágalo
Cabeza del astrágalo
Articulación subastragalina (anatómica)*
Articulación metatarsofalángica
Sustentáculo del astrágalo
Parte astragalocalcánea de la articulación astragalocalcaneonavicular*
Articulación interfalángica
Hueso sesamoideo medial
Tuberosidad del navicular
*En conjunto, articulación subastragalina clínica

(C) Vista medial

FIGURA 5-99. Articulaciones del pie.

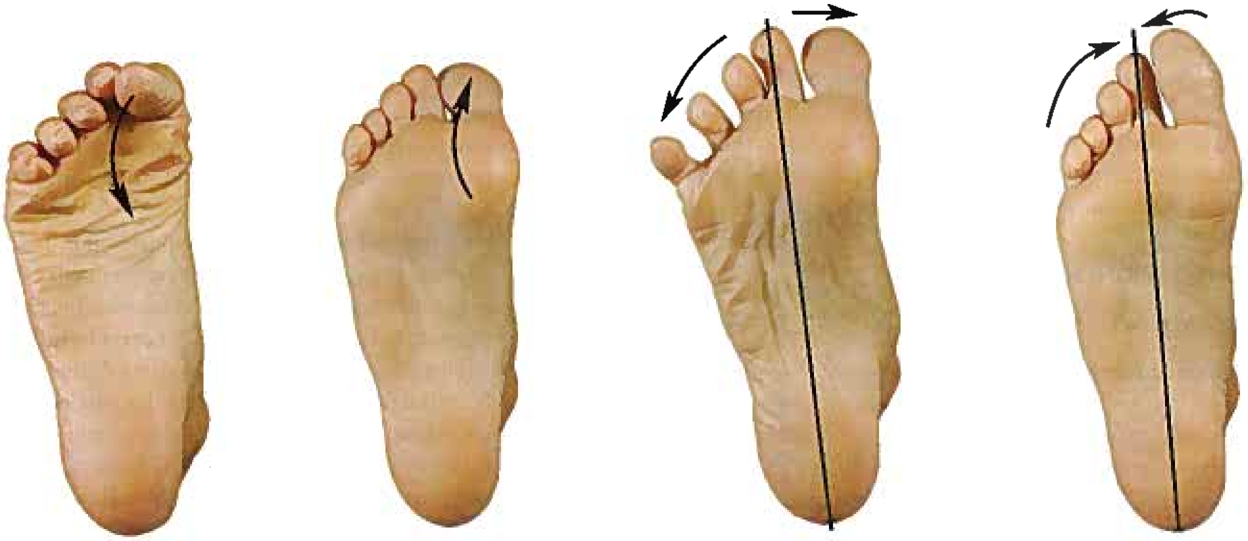
subastragalina anatómica es una articulación sinovial única que se establece entre la cara articular posterior para el calcáneo, ligeramente cóncava, del astrágalo y la cara articular posterior para el astrágalo, convexa, del calcáneo (figs. 5-96B y 5-97B). La cápsula articular es débil, pero está reforzada por los *ligamentos astragalocalcáneos* (talocalcáneos) medial, lateral, posterior e interóseo (figs. 5-96B y 5-97A). El **ligamento astragalocalcáneo (talocalcáneo) interóseo** se sitúa dentro del *seno del tarso*, que separa las articulaciones subastragalina y astragalocalcaneonavicular, y es especialmente fuerte. Los cirujanos ortopédicos utilizan la expresión *articulación subastragalina* para referirse a la articulación funcional compuesta formada por la articulación subastragalina anatómica más la **parte astragalocalcánea de la articulación astragalocalcaneonavicular.** Los dos elementos separados de la *articulación subastragalina clínica* se encabalgan sobre el ligamento astragalocalcáneo interóseo. Estructuralmente, la definición anatómica es lógica porque la articulación subastragalina anatómica es una articulación separada que tiene su propia cápsula y su propia cavidad articular. Funcionalmente, no obstante, la definición clínica es lógica porque ambas partes de la articulación compuesta funcionan como una unidad (es imposible que actúen de forma independiente). La articulación subastragalina (sea cual sea su definición) es donde tiene lugar la mayor parte de la inversión y de la eversión, alrededor de un eje oblicuo.

La **articulación transversa del tarso** es una articulación compuesta formada por dos articulaciones separadas que se alinean transversalmente: la **porción astragalonavicular (talonavicular) de la articulación astragalocalcaneonavicular**

(*El texto continúa en p. 654*)

TABLA 5-18. ARTICULACIONES DEL PIE

Articulación	Tipo	Caras articulares	Cápsula articular	Ligamentos	Movimientos	Irrigación	Inervación
Subastragalina (astragalocalcánea, articulación subastragalina anatómica)	Articulación sinovial plana	La cara inferior del cuerpo del astrágalo (cara articular posterior para el calcáneo) se articula con la cara superior del calcáneo (cara articular posterior para el astrágalo)	La membrana fibrosa de la cápsula articular se une a los bordes de las caras articulares	Los ligamentos astragalocalcáneos (talocalcáneos) medial, lateral y posterior refuerzan la cápsula; el ligamento astragalocalcáneo (talocalcáneo) interóseo mantiene unidos los huesos	Inversión y eversión del pie	Arterias tibial posterior y peronea	Cara plantar: nervios plantares medial o lateral Cara dorsal: nervio peroneo profundo
Astragalocalcaneonavicular (talocalcaneonavicular)	Articulación sinovial; la parte astragalonavicular es de tipo esferoidea	La cabeza del astrágalo se articula con el calcáneo y el navicular	La cápsula articular no envuelve por completo la articulación	El ligamento calcaneonavicular plantar (resorte) sostiene la cabeza del astrágalo	Posibilidad de movimientos de deslizamiento y rotación	Arteria tibial anterior a través de la arteria tarsiana lateral, una rama de la arteria dorsal del pie	
Calcaneocuboidea	Articulación sinovial plana	El extremo anterior del calcáneo se articula con la cara posterior del cuboides	La membrana fibrosa envuelve la articulación	Los ligamentos calcaneocuboideos dorsal y plantar y el ligamento plantar largo refuerzan la cápsula articular	Inversión y eversión del pie; circunducción		
Cuneonavicular		La parte anterior del navicular se articula con las caras posteriores de los cuneiformes	Una membrana común envuelve las articulaciones	Ligamentos cuneonaviculares dorsales y plantares	Movimientos pequeños		
Tarsometatarsiana		Los huesos anteriores del tarso se articulan con las bases de los metatarsianos	Cápsulas articulares independientes envuelven las articulaciones	Los ligamentos tarsometatarsianos dorsales, plantares e interóseos mantienen unidos los huesos	Deslizamiento		Peroneo profundo; nervios plantares medial y lateral; nervio sural
Intermetatarsiana	Articulación sinovial plana	La base de cada hueso metatarsiano se articula con las contiguas	Cada articulación está envuelta por su correspondiente cápsula articular	Los ligamentos intermetatarsianos dorsales, plantares e interóseos mantienen unidos los cuatro metatarsianos laterales	Movimientos individuales pequeños	Arteria metatarsiana lateral (una rama de la arteria dorsal del pie)	Nervios digitales
Metatarsofalángica	Articulación sinovial condílea	Las cabezas de los metatarsianos se articulan con las bases de las falanges proximales		Los ligamentos colaterales refuerzan la cápsula a cada lado; el ligamento plantar refuerza la parte plantar de la cápsula	Flexión, extensión y, en menor grado, abducción, aducción y circunducción		
Interfalángica	Articulación sinovial tipo gínglimo	La cabeza de una falange se articula con la base de la falange distal a ella		Ligamentos colaterales y plantares refuerzan las articulaciones	Flexión y extensión	Ramas digitales del arco plantar profundo	



(A) Flexión **(B) Extensión** **(C) Abducción** **(D) Aducción (posición relajada)**

FIGURA 5-100. Movimientos de las articulaciones del antepié.

TABLA 5-19. MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES DEL ANTEPIÉ Y MÚSCULOS QUE LOS PRODUCEN

Movimiento (las letras se refieren a la fig. 5-100)	Músculos[a]
Articulaciones metatarsofalángicas	
Flexión (A)	**Flexor corto de los dedos** **Lumbricales** **Interóseos** **Flexor corto del dedo gordo** **Flexor largo del dedo gordo** Flexor corto del dedo pequeño Flexor largo de los dedos
Extensión (B)	**Extensor largo del dedo gordo** **Extensor largo de los dedos** **Extensor corto de los dedos**
Abducción (C)	**Abductor del dedo gordo** **Abductor del dedo pequeño** **Interóseos dorsales**
Aducción (D)	**Aductor del dedo gordo** **Interóseos plantares**
Articulaciones interfalángicas	
Flexión (A)	**Flexor largo del dedo gordo** **Flexor largo de los dedos** **Flexor corto de los dedos** Cuadrado plantar
Extensión (B)	**Extensor largo del dedo gordo** **Extensor largo de los dedos** **Extensor corto de los dedos**

[a] Los músculos que aparecen en negrita son los principalmente productores del movimiento; el resto de los músculos colabora con ellos.

y la **articulación calcaneocuboidea** (fig. 5-99B y C). En este punto, el mediopié y el antepié rotan como una unidad sobre el retropié alrededor de un eje longitudinal (anteroposterior), con lo cual aumentan los movimientos de inversión y eversión que tienen lugar en la articulación subastragalina clínica. La sección transversal a lo largo de la articulación transversa del tarso es una técnica habitual para la *amputación quirúrgica del pie.*

LIGAMENTOS PRINCIPALES DEL PIE

Los ligamentos principales de la cara plantar del pie (fig. 5-101) son:

- El **ligamento calcaneonavicular plantar** (resorte), que ocupa y se extiende a lo largo de una hendidura en forma de cuña situada entre el sustentáculo del astrágalo y el borde inferior de la cara posterior del navicular (fig. 5-101A y B). Este ligamento sostiene la cabeza del astrágalo y desempeña una función importante en la transferencia del peso desde el astrágalo y en el mantenimiento del arco longitudinal del pie, del cual es la piedra angular (su elemento más superior).
- El **ligamento plantar largo,** que discurre desde la superficie plantar del calcáneo hasta el surco para el tendón del músculo peroneo largo del cuboides. Algunas de sus fibras se extienden hacia las bases de los metatarsianos y en su trayecto forman un túnel para el tendón del peroneo largo (fig. 5-101A). El ligamento plantar largo es importante para el mantenimiento del arco longitudinal del pie.
- El **ligamento calcaneocuboideo plantar** (ligamento plantar corto), que se localiza en un plano situado entre los ligamentos calcaneonavicular plantar y plantar largo (fig. 5-101B). Se extiende desde la parte anterior de la cara inferior del calcáneo hasta la cara inferior del cuboides. También está implicado en el mantenimiento del arco longitudinal del pie.

ARCOS DEL PIE

Si las estructuras que forman el pie fueran más rígidas, cada impacto sobre el suelo generaría fuerzas extremadamente intensas y de corta duración (golpes) que se propagarían a través del sistema esquelético. El pie está compuesto por numerosos huesos conectados por ligamentos, y por ello tiene una considerable flexibilidad que le permite deformarse en cada contacto con el suelo y absorber así gran parte del impacto. Además, los huesos del tarso y los metatarsianos están dispuestos en un arco longitudinal y uno transversal a los que sostienen pasivamente, y retienen activamente tendones flexibles que aumentan la capacidad para aguantar el peso corporal y la elasticidad del pie. Estas fuerzas de intensidad mucho menor y mayor duración se transmiten a través del sistema esquelético.

Los arcos distribuyen el peso sobre la plataforma podal (pie), y actúan no sólo como elementos que absorben impactos sino también como trampolines que lo propulsan durante la marcha, la carrera y el salto. Estos arcos elásticos aumentan la capacidad del pie para adaptarse a los cambios en la superficie del terreno. El peso del cuerpo se transmite desde la tibia hacia el astrágalo; a continuación se transmite posteriormente hacia el calcáneo y anteriormente hacia la «bola del pie» (los huesos sesamoideos del 1.^er^ metatarsiano y la cabeza del 2.º metatarsiano), y este peso/presión se comparte lateralmente con las cabezas de los metatarsianos 3.º a 5.º según sea necesario para el equilibrio y la comodidad (figura 5-102). Entre estos puntos de sostén del peso se encuentran los relativamente elásticos arcos del pie, que se aplanan ligeramente por la acción del peso corporal en la bipedestación. Normalmente recuperan su curvatura (se retraen) cuando deja de actuar el peso corporal.

El **arco longitudinal del pie** está compuesto por una parte medial y una lateral (fig. 5-103). Funcionalmente, ambas partes actúan como una unidad, junto con el arco transverso del pie, para distribuir el peso en todas las direcciones. El **arco longitudinal medial** es más alto y más importante que el arco longitudinal lateral (fig. 5-103A y B). El arco longitudinal medial está compuesto por el calcáneo, el astrágalo, el navicular, los tres cuneiformes y los tres primeros metatarsianos. *La cabeza del astrágalo es la piedra angular del arco longitudinal medial.* El tibial anterior, que se inserta en el 1.^er^ metatarsiano y el cuneiforme medial, refuerza el arco longitudinal medial. El tendón del peroneo largo, que va de la cara lateral a la medial, también ayuda a mantener este arco (fig. 5-103C y E). El **arco longitudinal lateral** es mucho más plano que el medial y descansa sobre el suelo durante la bipedestación (fig. 5-103B y D). Está formado por el calcáneo, el cuboides y los dos metatarsianos laterales.

El **arco transverso del pie** va de lado a lado (fig. 5-103C). Está formado por el cuboides, los cuneiformes y las bases de los metatarsianos. Las partes medial y lateral del arco longitudinal actúan como pilares del arco transverso. Los tendones del peroneo largo y el tibial posterior, que cruzan la planta del pie como un estribo (fig. 5-103C), ayudan a mantener la curvatura del arco transverso. La integridad de los arcos óseos del pie se mantiene gracias a factores pasivos y apoyos dinámicos (fig. 5-103E).

Los factores pasivos implicados en la formación y el mantenimiento de los arcos del pie comprenden:

- La forma de los huesos unidos (en ambos arcos, pero especialmente en el transverso).
- Cuatro capas sucesivas de tejido fibroso que sostienen el arco longitudinal como una cuerda de arco (de superficial a profundo):
  (1) La aponeurosis plantar.
  (2) El ligamento plantar largo.
  (3) El ligamento calcaneocuboideo plantar (plantar corto).
  (4) El ligamento calcaneonavicular plantar (resorte).

Los apoyos dinámicos implicados en el mantenimiento de los arcos del pie comprenden:

- La acción tónica (refleja) de los músculos intrínsecos del pie (arco longitudinal).
- La contracción activa y tónica de los músculos con tendones largos que se extienden por el pie:
  (1) Flexores largos del dedo gordo y de los dedos para el arco longitudinal.
  (2) Peroneo largo y tibial posterior para el arco transverso.

De todos estos factores, los ligamentos plantares y la aponeurosis plantar son las estructuras más importantes en el mantenimiento de los arcos del pie, y las que están sometidas a una mayor tensión.

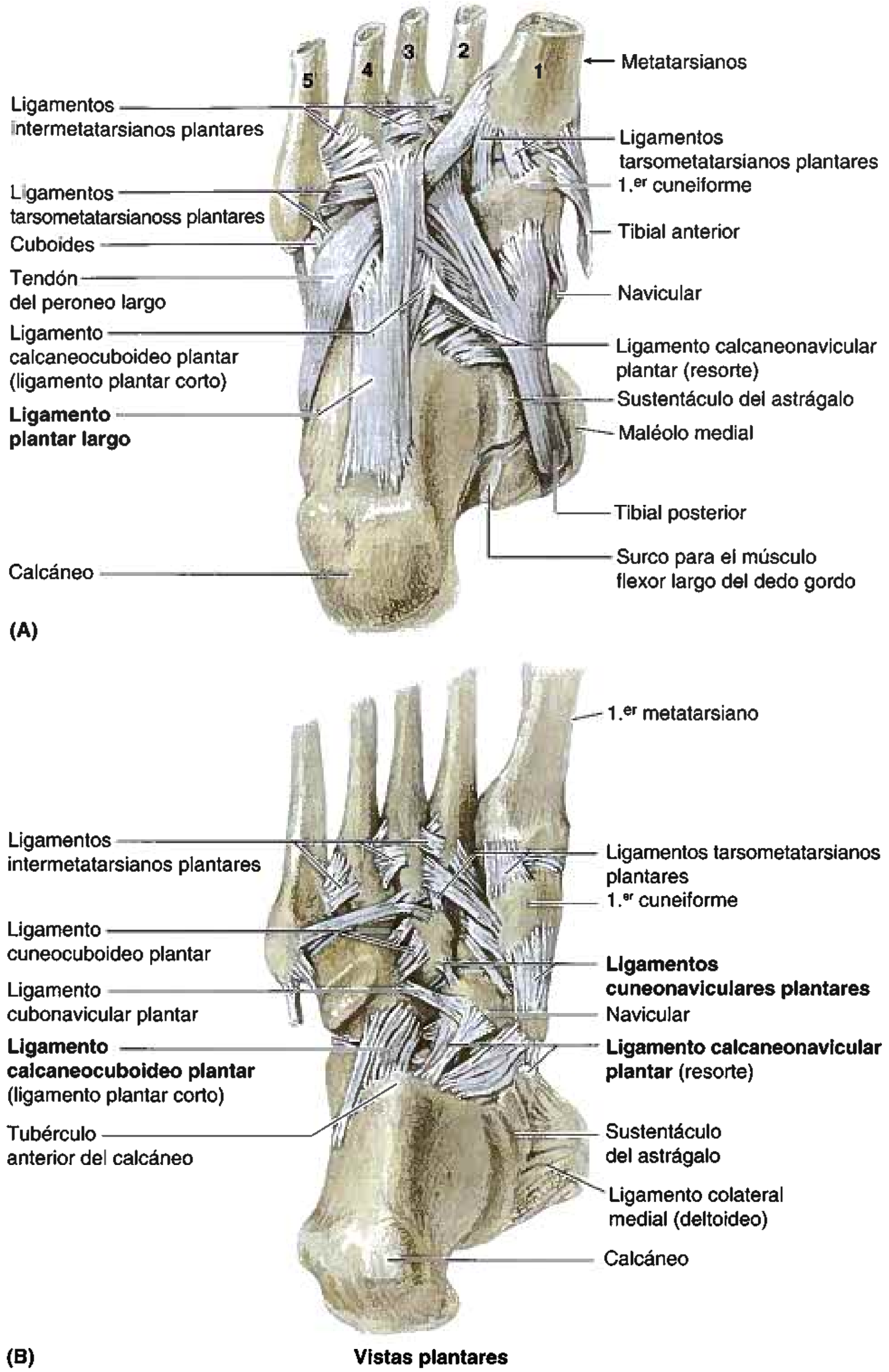

5
4
3
2
1
Metatarsianos
Ligamentos intermetatarsianos plantares
Ligamentos tarsometatarsianos plantares
Ligamentos tarsometatarsianoss plantares
1.er cuneiforme
Cuboides
Tibial anterior
Tendón del peroneo largo
Navicular
Ligamento calcaneocuboideo plantar (ligamento plantar corto)
Ligamento calcaneonavicular plantar (resorte)
Sustentáculo del astrágalo
Ligamento plantar largo
Maléolo medial
Tibial posterior
Surco para el músculo flexor largo del dedo gordo
Calcáneo
(A)
1.er metatarsiano
Ligamentos intermetatarsianos plantares
Ligamentos tarsometatarsianos plantares
1.er cuneiforme
Ligamento cuneocuboideo plantar
Ligamentos cuneonaviculares plantares
Ligamento cubonavicular plantar
Navicular
Ligamento calcaneocuboideo plantar (ligamento plantar corto)
Ligamento calcaneonavicular plantar (resorte)
Tubérculo anterior del calcáneo
Sustentáculo del astrágalo
Ligamento colateral medial (deltoideo)
Calcáneo
(B)
Vistas plantares

FIGURA 5-101. **Ligamentos plantares.** A y B. Etapas secuenciales de una disección profunda de la planta del pie derecho, que muestra las inserciones de los ligamentos y los tendones de los músculos eversores e inversores largos.

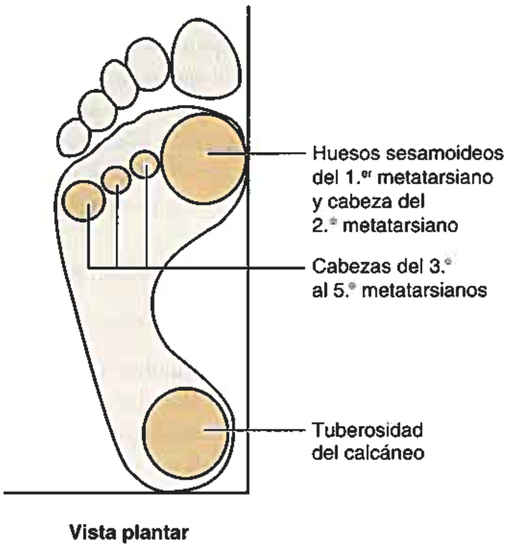
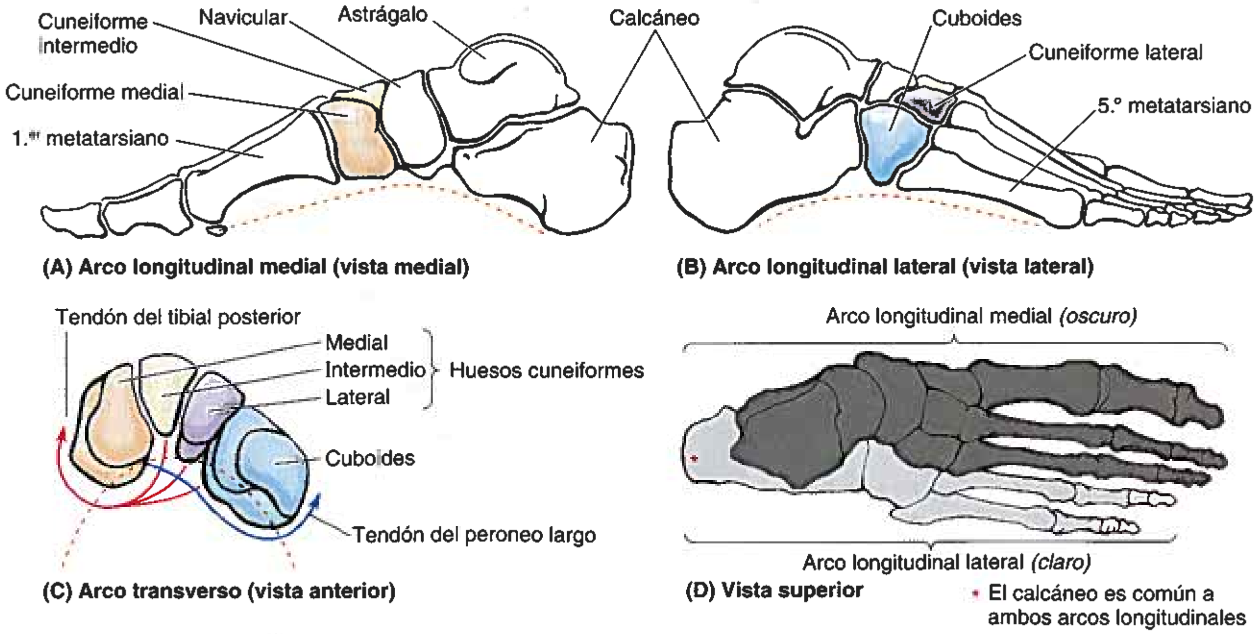

Huesos sesamoideos del 1.er metatarsiano y cabeza del 2.º metatarsiano
Cabezas del 3.º al 5.º metatarsianos
Tuberosidad del calcáneo
Vista plantar

FIGURA 5-102. Áreas que soportan el peso en el pie. El peso del cuerpo se divide aproximadamente igual entre el retropié (calcáneo) y el antepié (cabezas de los metatarsianos). El antepié tiene cinco puntos de contacto con el suelo: uno medial, de gran tamaño, que incluye los dos huesos sesamoideos asociados a la cabeza del 1.er metatarsiano, y las cabezas de los cuatro metatarsianos laterales. El 1.er metatarsiano soporta la principal parte de la carga, y la parte lateral del antepié es la que proporciona equilibrio.

Anatomía de superficie de las articulaciones de la rodilla, talocrural y del pie

La **región de la rodilla** se localiza entre el muslo y la pierna (fig. 5-104A). Superiormente a ésta se encuentran las grandes masas formadas por los *vastos lateral* y *medial*. Superolateralmente se encuentra el *tracto iliotibial*, que se puede seguir inferiormente hasta el *tubérculo anterolateral de la tibia* (de Gerdy). La *rótula*, fácil de palpar y de movilizar de un lado a otro cuando la rodilla está extendida, se sitúa por delante de los *cóndilos femorales* (palpables a cada lado de la rótula). El *ligamento rotuliano*, que se extiende desde el *vértice de la rótula*, es fácil de visualizar, especialmente en personas delgadas, como una gruesa banda que se inserta en la prominente *tuberosidad de la tibia*. El *plano de la articulación de la rodilla*, situado entre los cóndilos femorales y la meseta tibial, se puede palpar a cada lado de la unión entre el vértice y el ligamento rotuliano cuando la rodilla se encuentra en extensión. Lateralmente, la *cabeza del peroné* es fácil de localizar cuando se sigue el *tendón del bíceps femoral* inferiormente. Este tendón es especialmente prominente cuando la rodilla se encuentra parcialmente flexionada (fig. 5-104B). El *ligamento colateral peroneo* se puede palpar como una estructura en forma de cordón situada superiormente a la cabeza del peroné y anteriormente al tendón del bíceps, cuando la rodilla se encuentra en flexión completa.

Las prominencias de los *maléolos lateral* y *medial* indican la localización aproximada del *eje de la articulación talocrural* (fig. 5-104C a E). Cuando el pie se encuentra en flexión plantar, el borde *anterior* del extremo distal de la tibia, que señala la localización del plano de la articulación talocrural, se puede palpar proximal a los maléolos. El *sustentáculo del astrágalo*, situado a unos 2 cm del vértice del maléolo medial en dirección distal, se localiza mejor si se palpa por debajo de la región en que está ligeramente escondido por detrás del *tendón del flexor largo de los dedos*, que lo cruza. Cuando el pie está invertido, el margen lateral de la *cara anterior del calcáneo* queda al descubierto y se puede palpar en la cara lateral; esta estructura señala la localización de la *articulación*


Cuneiforme intermedio
Navicular
Astrágalo
Calcáneo
Cuboides
Cuneiforme lateral
5.º metatarsiano
Cuneiforme medial
1.er metatarsiano
Tendón del tibial posterior
Medial
Intermedio
Lateral
Huesos cuneiformes
Cuboides
Tendón del peroneo largo
Arco longitudinal medial (oscuro)
Arco longitudinal lateral (claro)
El calcáneo es común a ambos arcos longitudinales

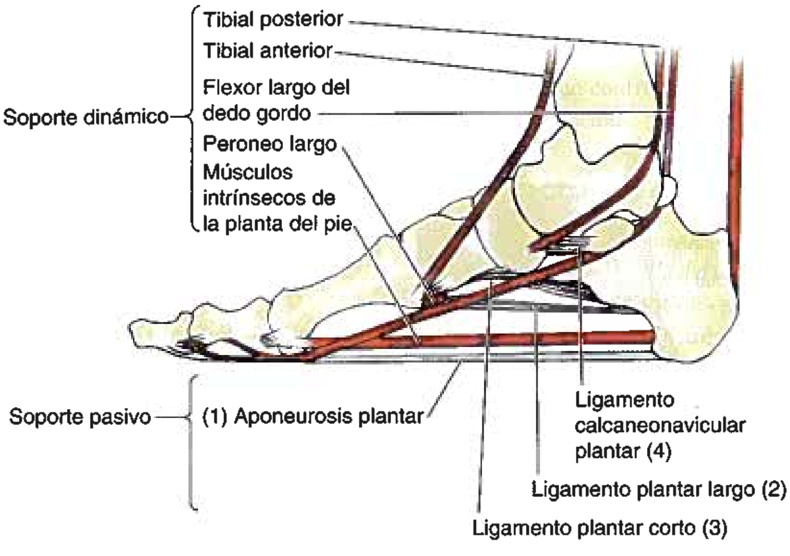
(A) Arco longitudinal medial (vista medial)

(B) Arco longitudinal lateral (vista lateral)

(C) Arco transverso (vista anterior)

(D) Vista superior

FIGURA 5-103. Arcos del pie. A y B. El arco longitudinal medial es mayor que el arco longitudinal lateral, que puede estar en contacto con el suelo cuando se está en bipedestación erecta. **C.** Se muestra el arco transverso a nivel de los huesos cuneiformes, que reciben el apoyo, como un estribo, de un importante músculo que causa inversión (tibial posterior) y uno que produce eversión (peroneo largo). **D.** Se indican los componentes de los arcos longitudinales medial *(gris oscuro)* y lateral *(gris claro)*. El calcáneo *(gris intermedio)* es común a ambos. El arco medial es el que soporta principalmente el peso, mientras que el arco lateral proporciona equilibrio *(continúa)*.

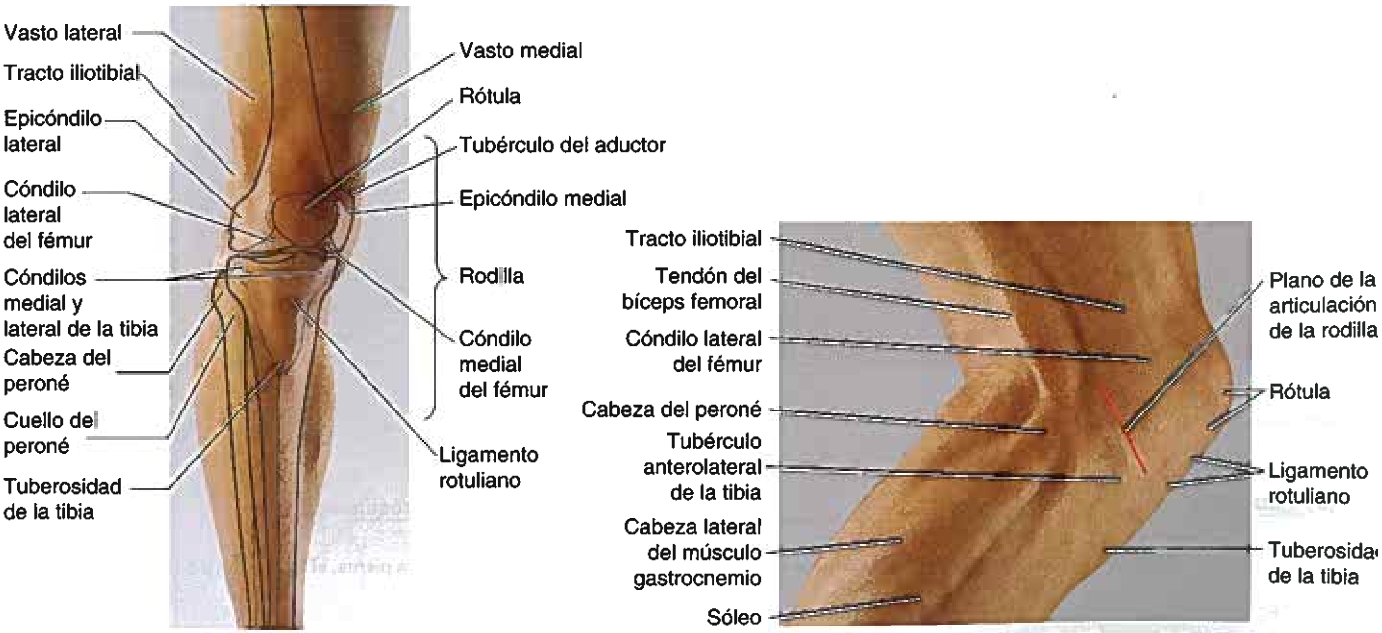

Soporte dinámico
Tibial posterior
Tibial anterior
Flexor largo del dedo gordo
Peroneo largo
Músculos intrínsecos de la planta del pie
Soporte pasivo
(1) Aponeurosis plantar
Ligamento calcaneonavicular plantar (4)
Ligamento plantar largo (2)
Ligamento plantar corto (3)

(E) Arco longitudinal medial (vista medial)

FIGURA 5-103. *(Continuación)* **Arcos del pie. E.** Se representan el soporte activo *(líneas rojas)* y pasivo *(gris)* de los arcos longitudinales del pie. Hay cuatro capas de soporte pasivo (1-4).

calcaneocuboidea. Cuando el pie se encuentra en flexión plantar queda expuesta la *cabeza del astrágalo,* que puede palparse allí donde se observa la cara anterior del calcáneo. El *tendón calcáneo* es fácil de palpar y seguir en la cara posterior del tobillo hasta su inserción en la *tuberosidad del calcáneo.* En las depresiones situadas a cada lado del tendón, la articulación talocrural es superficial. Cuando la articulación contiene una cantidad excesiva de líquido, estas depresiones pueden estar obliteradas. La *articulación transversa del tarso* está señalada por una línea que se dirige desde la cara posterior de la tuberosidad del navicular hasta un punto situado a medio camino entre el maléolo lateral y la tuberosidad del 5.º metatarsiano.

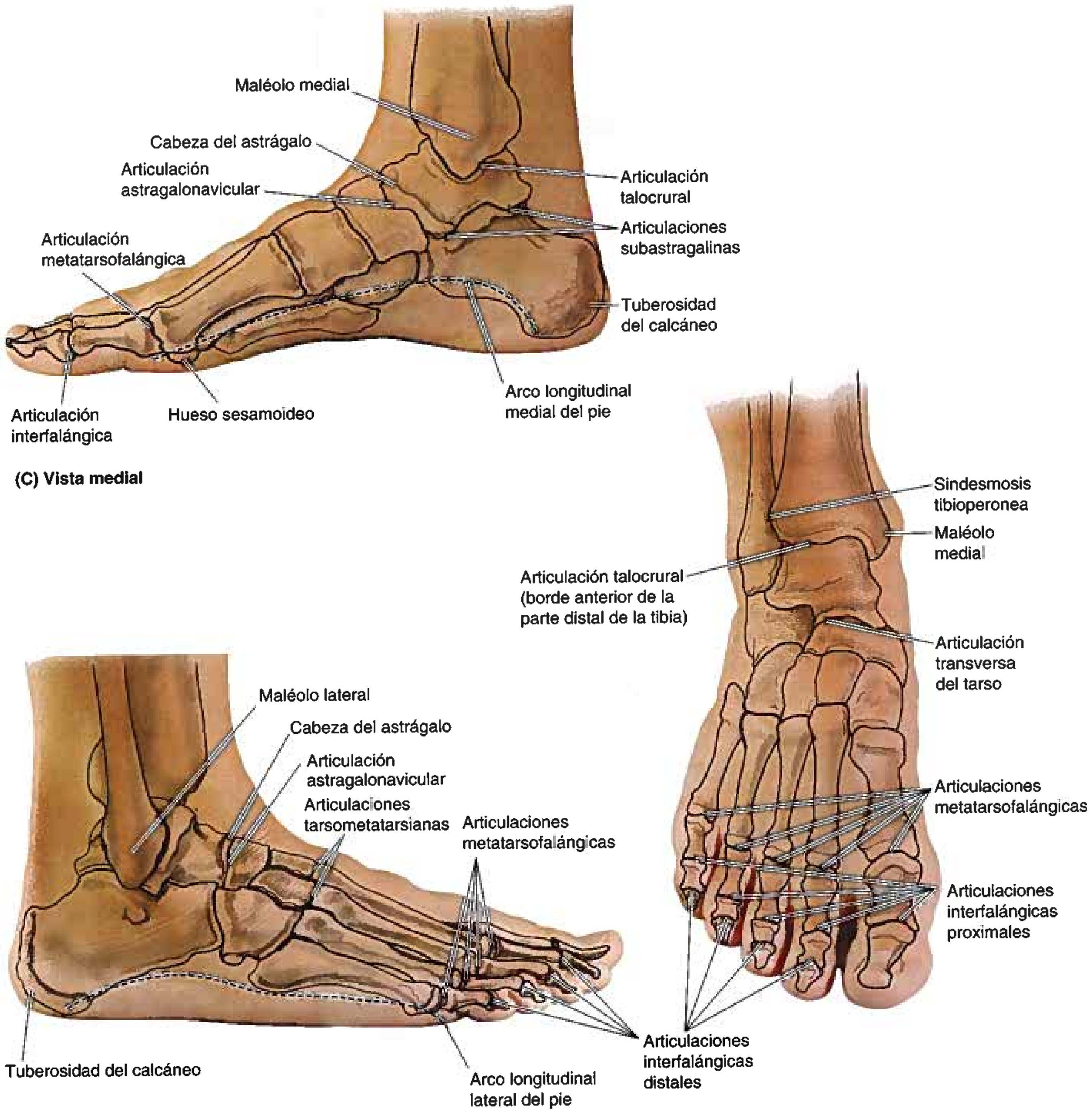
La **articulación metatarsofalángica del dedo gordo** se sitúa distalmente al nudillo formado por la cabeza del 1.^{er} metatarsiano. La *gota* es un trastorno metabólico que con frecuencia provoca edema y dolor a la palpación en esta articulación, como también sucede en la *artrosis* (afectación degenerativa de las articulaciones). El dolor intenso localizado en la 1.ª articulación metatarsofalángica se denomina *podagra.* Con frecuencia, la 1.ª articulación metatarsofalángica es la que antes queda afectada por la artritis.


Vasto lateral
Tracto iliotibial
Epicóndilo lateral
Cóndilo lateral del fémur
Cóndilos medial y lateral de la tibia
Cabeza del peroné
Cuello del peroné
Tuberosidad de la tibia
Vasto medial
Rótula
Tubérculo del aductor
Epicóndilo medial
Rodilla
Cóndilo medial del fémur
Ligamento rotuliano
Tracto iliotibial
Tendón del bíceps femoral
Cóndilo lateral del fémur
Cabeza del peroné
Tubérculo anterolateral de la tibia
Cabeza lateral del músculo gastrocnemio
Sóleo
Plano de la articulación de la rodilla
Rótula
Ligamento rotuliano
Tuberosida
de la tibia

(A) Vista anterior, rodilla en extensión

(B) Vista lateral, rodilla en flexión parcial

FIGURA 5-104. **Anatomía de superficie de las articulaciones de la rodilla, la pierna, el tobillo y el pie** *(continúa).*


Maléolo medial
Cabeza del astrágalo
Articulación astragalonavicular
Articulación metatarsofalángica
Articulación talocrural
Articulaciones subastragalinas
Tuberosidad del calcáneo
Articulación interfalángica
Hueso sesamoideo
Arco longitudinal medial del pie
Sindesmosis tibioperonea
Maléolo medial
Articulación talocrural (borde anterior de la parte distal de la tibia)
Articulación transversa del tarso
Maléolo lateral
Cabeza del astrágalo
Articulación astragalonavicular
Articulaciones tarsometatarsianas
Articulaciones metatarsofalángicas
Articulaciones metatarsofalángicas
Articulaciones interfalángicas proximales
Tuberosidad del calcáneo
Arco longitudinal lateral del pie
Articulaciones interfalángicas distales

(C) Vista medial

(D) Vista lateral

(E) Vista anterosuperior

FIGURA 5-104. *(Continuación)* **Anatomía de superficie de las articulaciones de la rodilla, la pierna, el tobillo y el pie.**

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO INFERIOR

Bipedestación y congruencia de las superficies articulares de la articulación de la cadera

El acetábulo humano está orientado en dirección inferior, lateral y anterior. La porción ilíaca del borde acetabular, sometida a carga de peso, recubre la cabeza del fémur, lo cual es importante para la transmisión del peso hacia el fémur en la posición erguida (tanto estática como durante la marcha) (figs. 5-77A y 5-79C).

En consecuencia, en las posiciones que normalmente adoptan las personas, la articulación de la cadera es mecánicamente más estable cuando está sometida a carga de peso (p. ej., cuando se levanta un objeto pesado). La disminución del grado en que el ilion cubre la cabeza del fémur (detectable radiológicamente por medio del *ángulo de Wiberg;* fig. 5-79C y D) puede indicar una inestabilidad de la articulación.

Debido a la dirección anterior del eje del acetábulo y a la dirección posterior del eje de la cabeza y el cuello del fémur cuando se extiende lateralmente (debido al ángulo de torsión, comentado previamente en la p. 518), se forma un ángulo de 30° a 40° entre ambos ejes (fig. C5-28). En consecuencia, las superficies articulares de la cabeza del fémur y el acetábulo no son completamente congruentes en la posición erecta (bípeda). La parte anterior de la cabeza del fémur está «expuesta» y se articula principalmente con la cápsula articular (figs. 5-79C, 5-80, 5-81A y C, y 5-84). Aun así, es raro que más de un 40% de la superficie articular disponible de la cabeza del fémur esté en contacto con la superficie del acetábulo en cualquier posición.

Si se compara con otras articulaciones, y considerando el gran tamaño de la articulación de la cadera, se trata de un extenso contacto, que contribuye considerablemente a la gran estabilidad de la articulación.

Fracturas del cuello del fémur

En la mayoría de los deportes de contacto, las *fracturas del cuello del fémur* (mal llamadas «fracturas de cadera», porque esta expresión indica que es el hueso coxal el afectado) son poco frecuentes, ya que normalmente los participantes son jóvenes y esta estructura es resistente en las personas menores de 40 años. Cuando aparecen en este grupo de edad, normalmente se deben a impactos de gran intensidad (p. ej., en accidentes de coches de carreras, esquí, saltos de trampolín o hípicos) cuando el miembro inferior está extendido y la energía se transmite hacia la articulación de la cadera, incluso cuando su aplicación se ha producido a distancia de ésta. Por ejemplo, si el pie está fijado firmemente contra el suelo del coche y la rodilla está bloqueada, o si la rodilla está fijada contra el salpicadero cuando tiene lugar una colisión frontal, la energía del impacto se puede transmitir superiormente y provocar una fractura del cuello del fémur. Las fracturas del cuello del fémur son especialmente frecuentes en las personas mayores de 60 años, especialmente en las mujeres, porque sus cuellos femorales son débiles y quebradizos debido a la *osteoporosis* (fig. C5-29). Las fracturas del cuello del fémur suelen ser intracapsulares, y para realinear los fragmentos normalmente se necesita la implantación de fijaciones esqueléticas internas.

Las fracturas del cuello del fémur provocan una rotación lateral del miembro inferior. Con frecuencia, las fracturas del cuello del fémur alteran el aporte sanguíneo del cuello del fémur. La mayoría de la sangre que llega a la cabeza y al cuello del fémur procede de la arteria circunfleja femoral medial (fig. 5-82). En las fracturas del cuello del fémur y en las luxaciones de la articulación de la cadera suelen desgarrarse las arterias retinaculares (que se originan de la arteria circunfleja femoral medial). En algunas fracturas del cuello

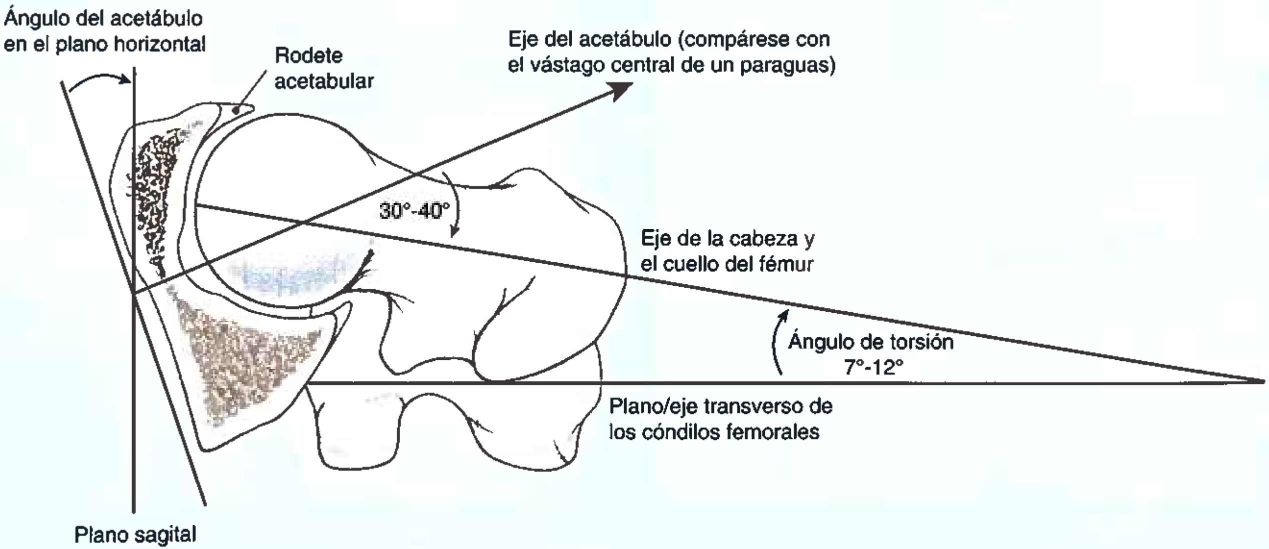

Ángulo del acetábulo en el plano horizontal
Rodete acetabular
Eje del acetábulo (compárese con el vástago central de un paraguas)
30°-40°
Eje de la cabeza y el cuello del fémur
Ángulo de torsión 7°-12°
Plano/eje transverso de los cóndilos femorales
Plano sagital

FIGURA C5-28.

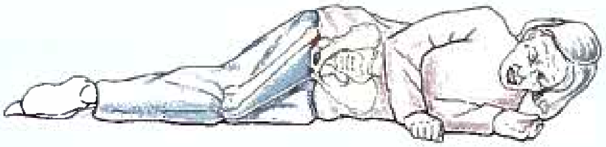


FIGURA C5-29.

del fémur, la única fuente de sangre para el fragmento proximal es la arteria para la cabeza del fémur que pasa por dentro del ligamento de la cabeza del fémur. En general, la sangre que aporta esta arteria no es suficiente para el mantenimiento de la cabeza del fémur, por lo que el fragmento puede sufrir una *necrosis avascular aséptica.*

Artroplastia de cadera

Aunque la articulación de la cadera es resistente y estable, está sujeta a lesiones traumáticas graves y a procesos degenerativos. La *artrosis de la articulación de la cadera*, que cursa con dolor, edema, impotencia funcional y erosión del cartílago articular, es una causa frecuente de discapacidad (fig. C5-30A). En la artroplastia de cadera se sustituyen la cabeza y el cuello del fémur por una prótesis metálica que se fija en el fémur con cemento óseo (fig. C5-30B). Para sustituir el acetábulo, se cementa una cavidad hemisférica de plástico en el hueso coxal.

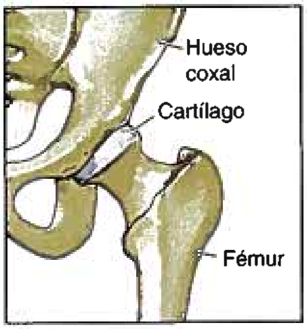
Necrosis de la cabeza del fémur en niños

En los niños, las luxaciones traumáticas de la articulación de la cadera lesionan la arteria de la cabeza del fémur. Las fracturas que cursan con una separación de la epífisis femoral superior (la zona de crecimiento situada entre la cabeza y el cuello del fémur) también pueden alterar la irrigación de la cabeza del fémur y provocar en última instancia una *necrosis avascular postraumática de la cabeza.* Como resultado, las superficies articulares se vuelven incongruentes y se retrasa el crecimiento en la epífisis. Estos cuadros, que son más frecuentes en niños de 3 a 9 años de edad, provocan un dolor en la cadera que puede irradiar a la rodilla.

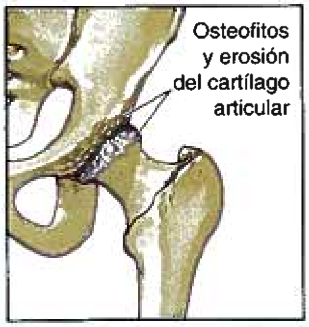
Luxación de la articulación de la cadera

La *luxación congénita de la articulación de la cadera* es una afección frecuente que afecta aproximadamente a 1,5 de cada 1.000 nacidos vivos; es bilateral en aproximadamente la mitad de los casos. Se observa por lo menos ocho veces más en las niñas que en los niños (Salter, 1999). La luxación tiene lugar cuando la cabeza del fémur no se ha colocado de forma adecuada en el acetábulo. Una característica de la luxación congénita es la incapacidad para abducir el muslo. Además, el miembro afectado parece más corto (y funciona como si lo fuera), ya que la cabeza luxada del fémur se encuentra en una situación más superior que la del lado normal; debido a ello aparece un *signo de Trendelenburg* positivo (la cadera parece caer hacia un lado cuando se camina). Aproximadamente un 25 % de todos los casos de artritis de cadera en adultos es consecuencia directa de los efectos residuales de una luxación congénita de esta articulación.

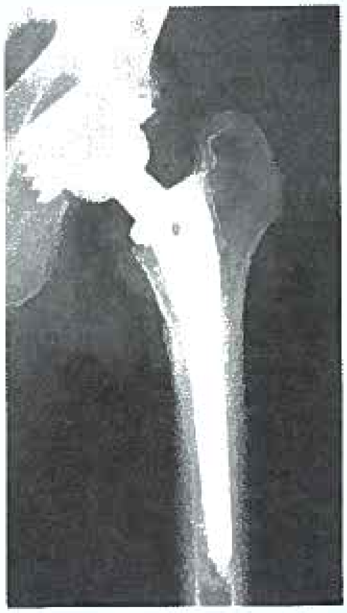
Las *luxaciones adquiridas de la articulación de la cadera* son poco frecuentes debido a su resistencia y su estabilidad. No obstante, pueden producirse por un accidente de tráfico con la cadera en flexión, aducción y rotación medial (que es la posición en que se encuentra normalmente el miembro inferior cuando se conduce un automóvil).



Cadera normal

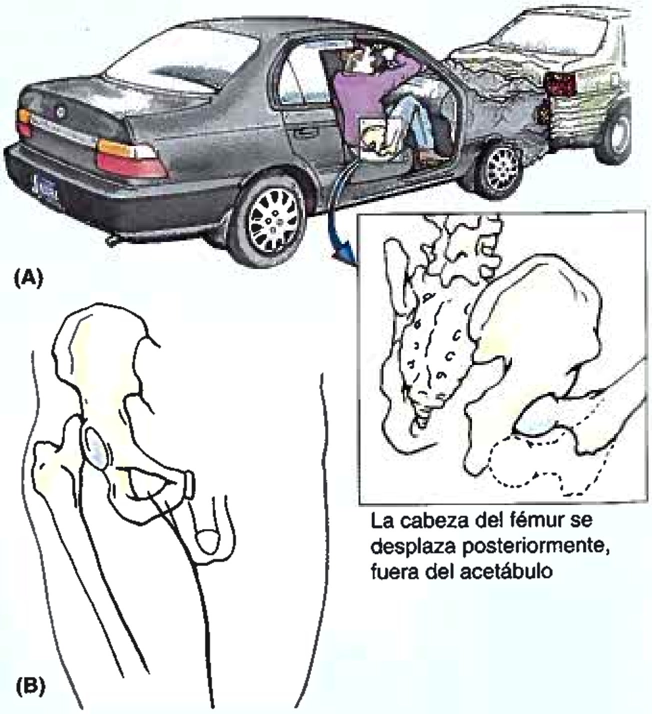


(A) Cadera con artrosis moderada



(B) Prótesis de cadera

FIGURA C5-30.



La cabeza del fémur se desplaza posteriormente, fuera del acetábulo

Luxación posterior de la articulación de la cadera derecha

FIGURA C5-31.

Las *luxaciones posteriores de la articulación de la cadera* son las más frecuentes. En una colisión frontal en la cual la rodilla choque contra el salpicadero puede luxarse la cadera porque la cabeza del fémur salga del acetábulo por la fuerza (fig. C5-31A). La cápsula articular se rompe en la región inferior y posterior, y la cabeza del fémur puede pasar a través del desgarro formado y por encima del margen posterior del acetábulo para alojarse sobre la cara lateral del ilion; en esta situación el miembro se acorta y rota medialmente (fig. C5-31B).

Por su estrecha relación con la articulación de la cadera (fig. 5-80A), el *nervio ciático* se puede lesionar (elongación y/o compresión) en las luxaciones posteriores o las fracturas-luxaciones de aquélla. Estas lesiones pueden provocar parálisis de los isquiotibiales y de los músculos distales a la rodilla inervados por el nervio ciático; también pueden cursar con alteraciones sensitivas en la piel que recubre las caras posterolaterales de la pierna y gran parte del pie debido a lesiones en los ramos sensitivos del nervio ciático.

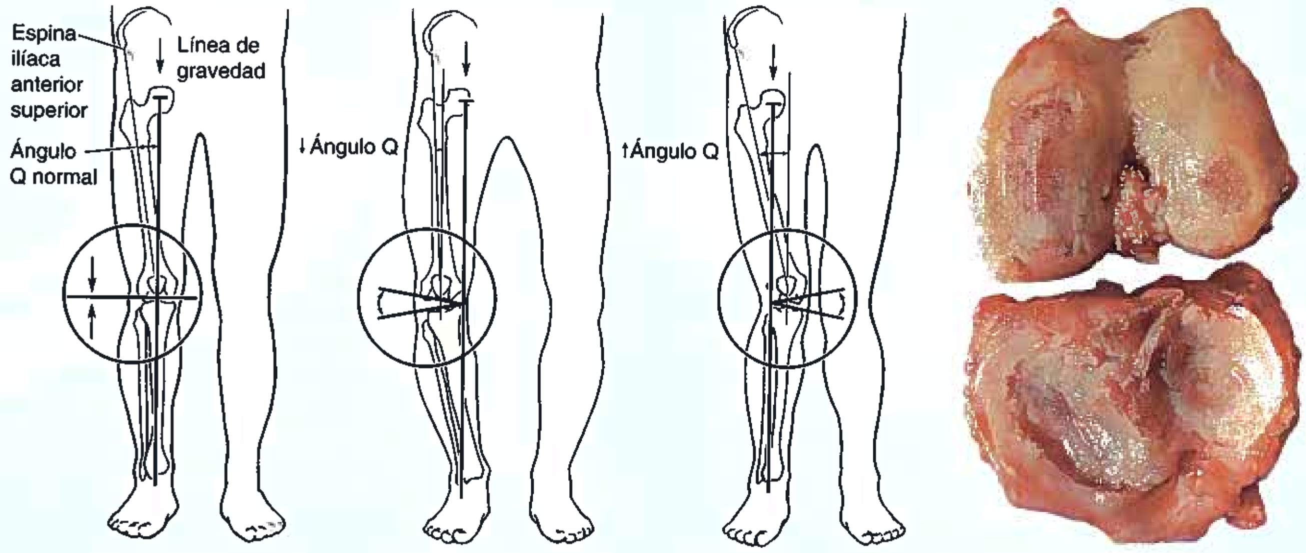
Las *luxaciones anteriores de la articulación de la cadera* se deben a traumatismos violentos que provocan su extensión, abducción y rotación lateral forzadas (p. ej., cuando se engancha la punta de un esquí mientras se está esquiando). En estos casos, la cabeza del fémur se sitúa por debajo del acetábulo. Con frecuencia se fractura el borde del acetábulo, provocando la *fractura-luxación de la articulación de la cadera*. Cuando la cabeza del fémur se luxa, normalmente se lleva con ella el fragmento del hueso acetabular y el rodete del acetábulo. Estas lesiones también se producen en las luxaciones posteriores.

Piernas arqueadas y en X

El fémur sigue un trayecto diagonal por dentro del muslo, pero la tibia es casi vertical en el interior de la pierna; en consecuencia, en la rodilla se forma un ángulo entre los ejes largos de ambos huesos (fig. C5-32A). Para medir este ángulo, denominado clínicamente **ángulo Q,** se traza una línea desde la EIAS hasta el centro de la rótula y se extrapola una segunda línea (vertical) que pasa a lo largo del centro de la rótula y la tuberosidad de la tibia (fig. 5-84). El ángulo Q es típicamente mayor en las mujeres adultas porque sus pelvis son más anchas. Cuando es normal, el ángulo del fémur en el interior del muslo sitúa el centro de la articulación de la rodilla directamente por debajo de la cabeza del fémur en bipedestación, y centra la línea de carga del peso en la región intercondílea de la rodilla (fig. C5-32A).

La angulación medial de la pierna en relación con el muslo, en la cual el fémur es anormalmente vertical y el ángulo Q disminuye, se denomina **piernas arqueadas** (*genu varum*): en esta deformidad la carga del peso es desigual: la línea de carga del peso pasa medialmente respecto al centro de la rodilla (fig. C5-32B). Se aplica un exceso de presión sobre la cara medial de la articulación de la rodilla, y esto provoca **artrosis** (destrucción de los cartílagos articulares) y sobrecarga del ligamento colateral peroneo (fig. C5-32D). La angulación lateral de la pierna (aumento del ángulo Q a más de 17°) en relación con el muslo (exageración del ángulo de la rodilla) se denomina **piernas en X** (*genu valgum*) (fig. C5-32C). Debido a la exageración del ángulo de la rodilla, la línea de carga del peso pasa lateralmente respecto al centro de la rodilla. En consecuencia, se sobrecarga el ligamento colateral tibial y se aplica una presión excesiva sobre el menisco lateral y los cartílagos de los cóndilos laterales del fémur y la tibia. En condiciones normales, el tendón del vasto lateral ya tira de la rótula lateralmente, pero en esta situación la tracción ejercida cuando se extiende la pierna aún es mayor, de modo que la articulación femororrotuliana es anormal.

Es frecuente observar piernas arqueadas en los niños que han empezado a caminar hace 1 o 2 años, y piernas en X en los niños de 2 a 4 años de edad. En general, la persistencia de estas alteraciones en los ángulos de las rodillas en los niños de mayor edad indica que existen malformaciones congénitas que pueden requerir corrección. Toda irregularidad de una articulación provoca en última instancia desgaste de los cartílagos articulares y cambios degenerativos en la articulación (**artrosis**).



(A) Alineación normal (B) Piernas arqueadas (C) Piernas en X (D) Artrosis

FIGURA C5-32.

Luxación de la rótula

Las luxaciones de la rótula casi siempre son laterales. Son más frecuentes en las mujeres, probablemente a causa de su mayor ángulo Q, que aparte de indicar la oblicuidad del fémur en relación con la tibia también representa el ángulo de tracción del cuádriceps respecto a los ejes de la rótula y de la tibia (de hecho, la denominación de *ángulo Q* se estableció para hacer referencia al ángulo de tracción del cuádriceps *[quadriceps]*). La tendencia a la luxación lateral normalmente queda contrarrestada por la tracción medial más horizontal del potente vasto medial. Además, la proyección más anterior del cóndilo lateral del fémur y la mayor pendiente de la carilla lateral de la rótula impiden también la luxación lateral. Un desequilibrio entre la tracción lateral y los mecanismos que se oponen a ella provoca un desplazamiento anormal de la rótula en la cara rotuliana del fémur y dolor rotuliano crónico, incluso aunque no se produzca luxación.

Síndrome femororrotuliano

Cuando se corre en exceso suele aparecer un dolor rotuliano profundo; por ello, este tipo de dolor se suele denominar «rodilla del corredor». El dolor se debe a los microtraumatismos repetidos provocados por el desplazamiento anormal de la rótula respecto a la superficie rotuliana del fémur, situación que recibe el nombre de **síndrome femororrotuliano.** Este síndrome también puede deberse a una contusión directa sobre la rótula o a la presencia de **artrosis** (desgaste degenerativo de los cartílagos articulares) **en el compartimiento femororrotuliano.** En algunos casos, el refuerzo del vasto medial corrige la *disfunción femororrotuliana.* Este músculo tiende a oponerse a la luxación lateral de la rótula debida al ángulo Q porque se inserta en el borde medial de la rotula y tira de ella. En consecuencia, la debilidad del vasto medial predispone a la aparición de disfunción femororrotuliana y a las luxaciones de la rótula.

Lesiones de la articulación de la rodilla

La rodilla se lesiona con frecuencia porque es una articulación baja, móvil y sometida a carga de peso, que actúa como punto de apoyo entre dos largos brazos de palanca (el muslo y la pierna). Su estabilidad depende casi por completo de sus ligamentos y de los músculos que la rodean.

La articulación de la rodilla es esencial para actividades de la vida diaria como estar de pie, caminar y subir escaleras. También es una articulación básica en deportes en los que se tenga que correr, saltar, dar patadas y cambiar de dirección. Para llevar a cabo estas actividades, la articulación de la rodilla debe ser móvil, pero esta movilidad la hace más propensa a las lesiones.

Las lesiones de la rodilla que con mayor frecuencia se producen en los deportes de contacto son los *esguinces ligamentosos,* que tienen lugar cuando el pie se encuentra fijado al suelo (fig. C5-33A). Si se aplica una fuerza contra la rodilla cuando el pie no se puede mover pueden lesionarse los ligamentos. Los ligamentos colaterales tibial y peroneo se encuentran en tensión cuando la rodilla está extendida, y normalmente evitan la aparición de lesiones en los lados de la articulación.

La firme unión del ligamento colateral tibial con el menisco lateral tiene una considerable importancia clínica, porque con frecuencia los desgarros del ligamento se asocian a lesiones concomitantes del menisco medial. Las lesiones suelen ser consecuencia de un golpe en la cara lateral de la rodilla cuando ésta se encuentra en extensión, o de un giro excesivo de la rodilla flexionada que lacera el ligamento colateral tibial y a la vez desgarra y/o arranca el menisco medial de la cápsula articular (fig. C5-33A). Esta lesión es frecuente en los deportistas que giran sus rodillas en flexión

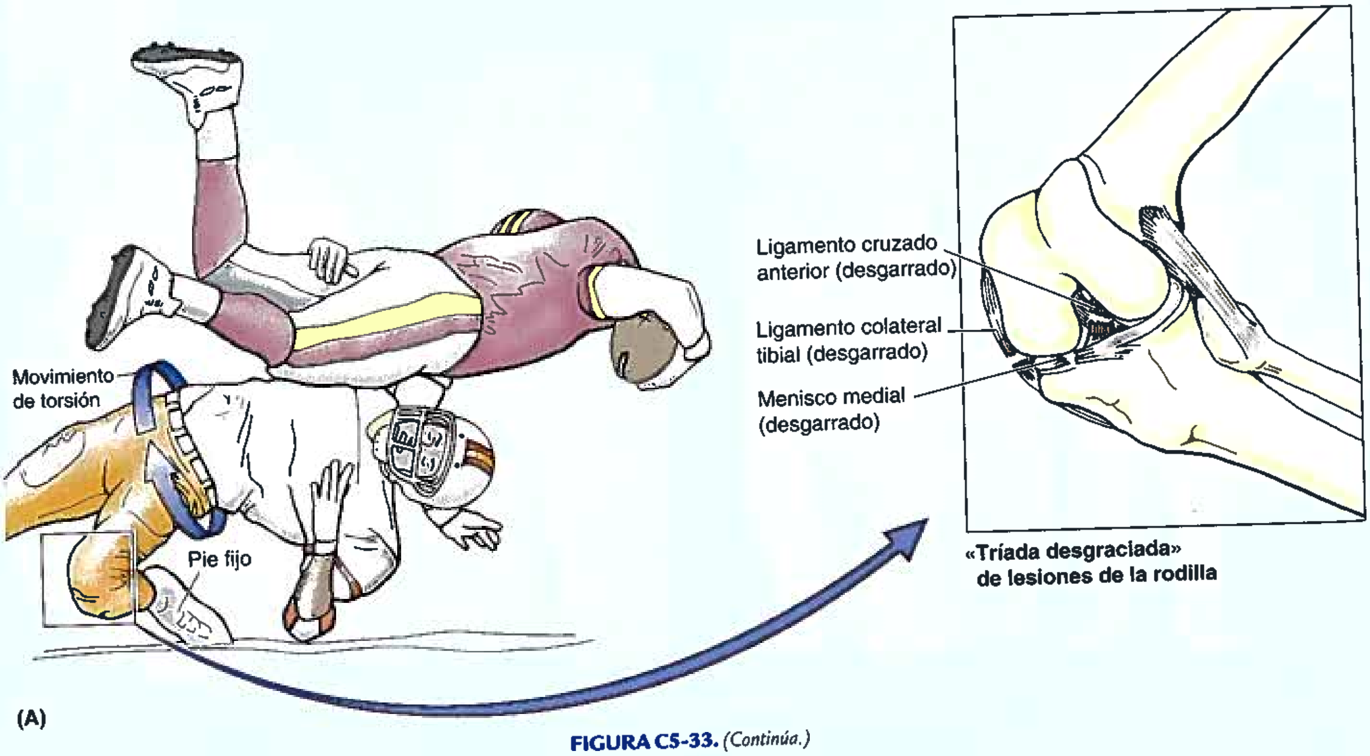
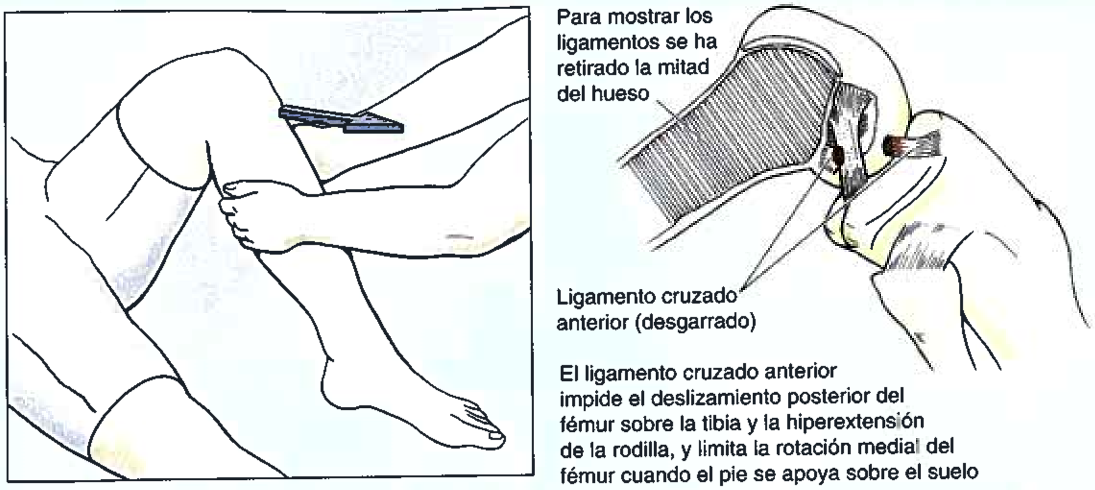
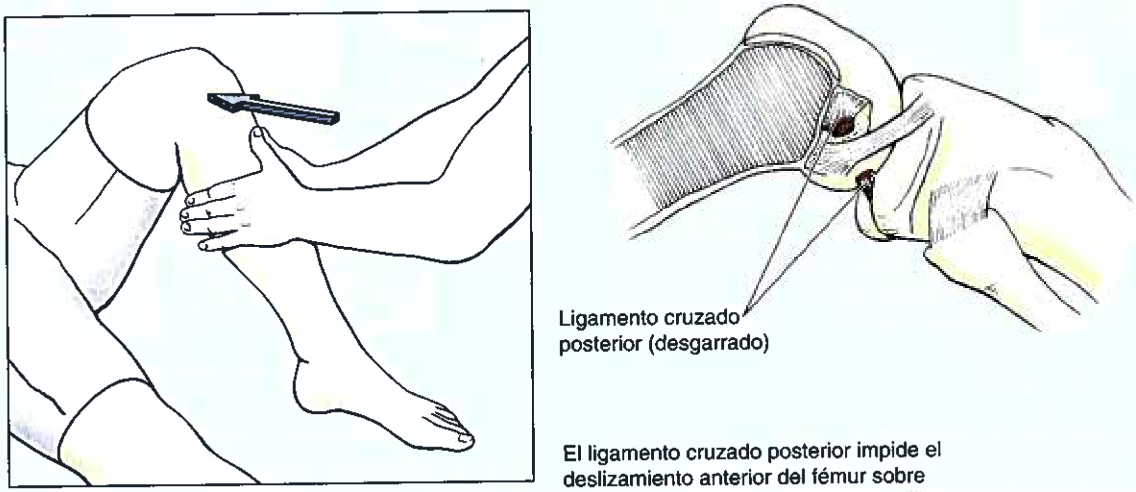

Ligamento cruzado anterior (desgarrado)
Ligamento colateral tibial (desgarrado)
Menisco medial (desgarrado)
Movimiento de torsión
Pie fijo
«Tríada desgraciada» de lesiones de la rodilla
(A)

FIGURA C5-33. *(Continúa.)*


Para mostrar los ligamentos se ha retirado la mitad del hueso
Ligamento cruzado anterior (desgarrado)

El ligamento cruzado anterior impide el deslizamiento posterior del fémur sobre la tibia y la hiperextensión de la rodilla, y limita la rotación medial del fémur cuando el pie se apoya sobre el suelo y la pierna está flexionada.

(B) Signo del cajón anterior (ligamento cruzado anterior)



El ligamento cruzado posterior impide el deslizamiento anterior del fémur sobre la tibia, especialmente cuando la rodilla está flexionada.

(C) Signo del cajón posterior (ligamento cruzado posterior)

FIGURA C5-33. *(Continuación.)*

mientras corren (p. ej., el baloncesto, el fútbol y el voleibol). El ligamento cruzado anterior, que actúa como pivote en los movimientos rotatorios de la rodilla y está tenso cuando ésta se encuentra en flexión, también puede desgarrarse al romperse el ligamento colateral tibial, y entonces se establece una «tríada desgraciada» de lesiones de la rodilla.

La hiperextensión y la aplicación de una intensa fuerza dirigida anteriormente contra el fémur con la rodilla semiflexionada (p. ej., cuando se hace una entrada en el rugby) puede desgarrar el ligamento cruzado anterior. Las *roturas del ligamento cruzado anterior* también son frecuentes en los accidentes de esquí. Cuando se produce una lesión de este tipo, la tibia libre se desliza anteriormente bajo el fémur fijo; esta situación se conoce con el nombre de **signo del cajón anterior** (fig. C5-33B), que clínicamente se evalúa mediante la *prueba de Lachman*. El ligamento cruzado anterior se puede arrancar del fémur o de la tibia; no obstante, los desgarros del ligamento se suelen producir en su parte media.

A pesar de su resistencia, pueden producirse *roturas del ligamento cruzado posterior* cuando la tuberosidad de la tibia golpea contra el suelo mientras la rodilla se encuentra flexionada (p. ej., cuando un jugador de baloncesto cae al suelo). Las roturas del ligamento cruzado posterior normalmente se combinan con desgarros de los ligamentos tibial o peroneo. Estas lesiones también pueden aparecer en colisiones frontales cuando no se lleva puesto el cinturón de seguridad y el extremo proximal de la tibia golpea contra el salpicadero. Las roturas del ligamento cruzado posterior permiten que la tibia se deslice posteriormente bajo el fémur fijo; esta situación se conoce con el nombre de **signo del cajón posterior** (fig. C5-33C).

Los *desgarros meniscales* normalmente afectan al menisco medial. El menisco lateral no se suele lesionar debido a su movilidad. La aparición de *dolor al rotar lateralmente la tibia* sobre el fémur indica una lesión del menisco lateral (fig. C5-34A), mientras que la aparición de *dolor al rotar medialmente la tibia* sobre el fémur indica la presencia de una lesión del menisco medial (fig. C5-34B). En general, los desgarros de los meniscos se combinan con desgarros de los ligamentos colateral tibial o cruzado anterior. Los desgarros periféricos de los meniscos se pueden reparar o pueden curarse solos debido al generoso aporte sanguíneo de estas regiones. Normalmente, los desgarros de los meniscos que no se curan o

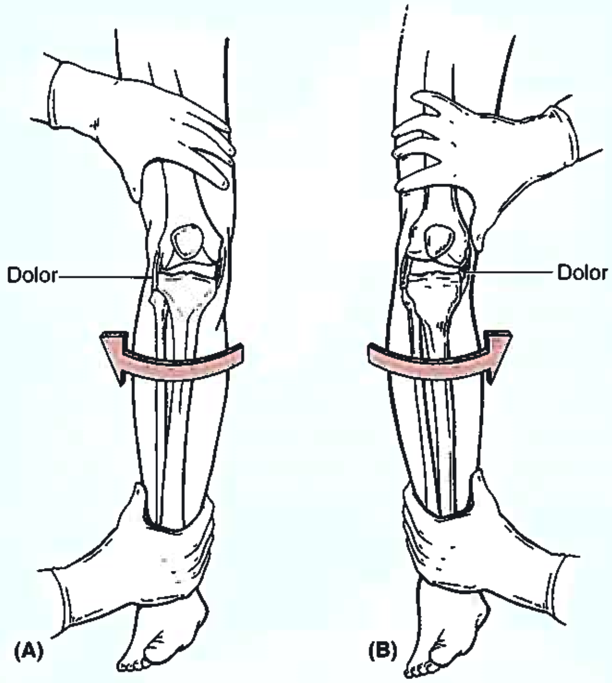


FIGURA C5-34.

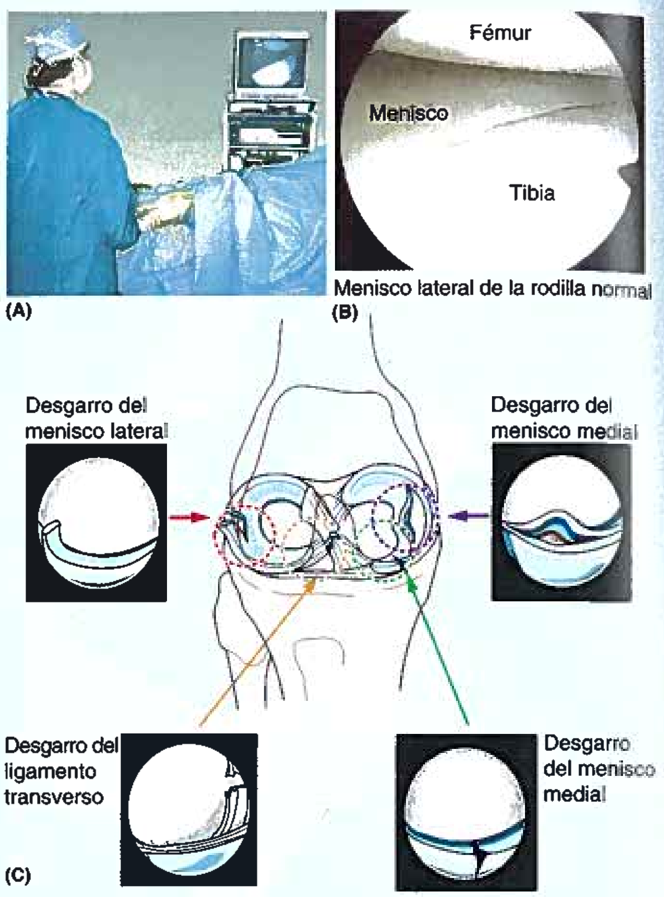

(A)
Fémur
Menisco
Tibia
Menisco lateral de la rodilla normal
(B)
Desgarro del menisco lateral
Desgarro del menisco medial
Desgarro del ligamento transverso
Desgarro del menisco medial
(C)

FIGURA C5-35.

no se pueden reparar se tienen que extirpar (p. ej., mediante cirugía artroscópica). La extirpación de los meniscos no supone una pérdida de movilidad en la rodilla, aunque ésta se puede volver menos estable y la meseta tibial suele sufrir reacciones inflamatorias.

Artroscopia de la articulación de la rodilla

La **artroscopia** es una exploración endoscópica que permite visualizar el interior de la cavidad articular de la rodilla con una alteración mínima de los tejidos (fig. C5-35). A través de unas pequeñas incisiones, conocidas como *portales*, se insertan el artroscopio y una o más cánulas adicionales. La segunda cánula permite la introducción de herramientas especiales (p. ej., sondas manipuladoras o pinzas) o de instrumentos para cortar, dar forma o extirpar el tejido dañado. Esta técnica permite la extirpación de un menisco desgarrado o de un cuerpo libre en la articulación (p. ej., esquirlas óseas), y la práctica de un *desbridamiento* (escisión de material cartilaginoso articular desvitalizado) en casos avanzados de artrosis. Con ayuda del artroscopio también se puede reparar o sustituir un ligamento. Aunque normalmente es preferible una anestesia general, la artroscopia de rodilla se puede llevar a cabo bajo anestesia local o regional. En las artroscopias de rodilla se tiene que considerar que la cavidad articular se encuentra separada en dos articulaciones femorotibiales (medial y lateral) debido a la interposición del pliegue sinovial que rodea los ligamentos cruzados.

Aspiración de la articulación de la rodilla

Las fracturas del extremo distal del fémur o las laceraciones de la parte anterior del muslo pueden afectar a la bolsa suprarrotuliana y provocar infecciones de la articulación de la rodilla. Cuando la articulación de la rodilla está infectada e inflamada, la cantidad de líquido sinovial puede aumentar. Los **derrames articulares** (escape de líquido procedente de la sangre o de los vasos linfáticos) producen un aumento de la cantidad de líquido en la cavidad articular. Un aumento de volumen del muslo en la región de la bolsa suprarrotuliana puede indicar la presencia de una acumulación de líquido sinovial, ya que ésta se comunica libremente con la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla. La aspiración de dicha bolsa permite extraer el líquido para analizarlo. En general, las *aspiraciones directas de la articulación de la rodilla* se realizan con el paciente sentado sobre la camilla y con la rodilla flexionada. El abordaje se lleva a cabo por la cara lateral de la articulación, y se usan tres resaltes óseos como puntos de referencia para la inserción de la aguja: el tubérculo anterolateral de la tibia (de Gerdy), el epicóndilo lateral del fémur y el vértice de la rótula. Además de constituir la vía para la aspiración de líquidos tanto serosos como hemáticos (sanguíneos), esta área triangular también es apropiada para la inyección de fármacos para el tratamiento de cuadros patológicos de la articulación de la rodilla.

Bursitis en la región de la rodilla

La *bursitis prerrotuliana* se debe a la fricción entre la piel y la rótula; no obstante, la bolsa también se puede lesionar por la acción de fuerzas compresivas debidas a un golpe directo o a una caída sobre la rodilla flexionada. Si la inflamación es crónica, la bolsa se distiende por la presencia de líquido y forma una hinchazón en la cara anterior de la rodilla. Este cuadro

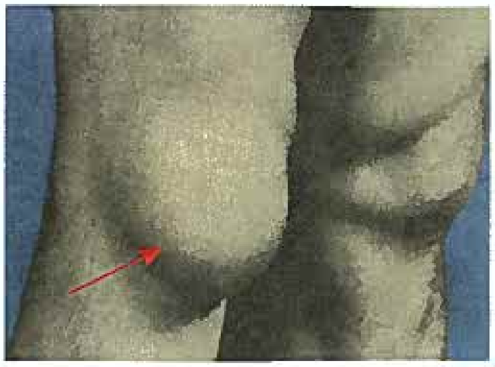


FIGURA C5-36.

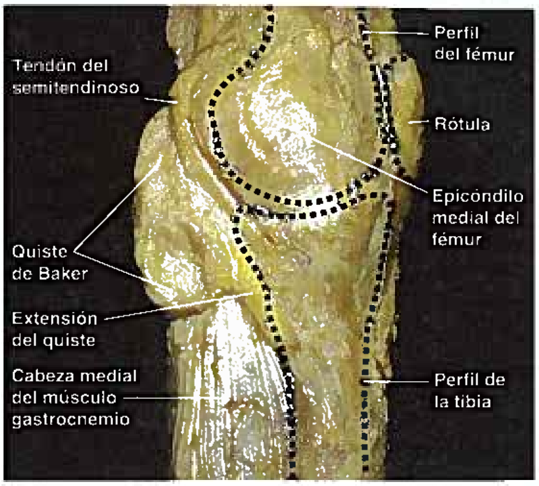
también se conoce con los nombres de «rodilla de monja» o «rodilla de criada» (fig. C5-36), aunque también se puede observar en otras personas que trabajan arrodilladas y no se protegen con rodilleras (p. ej., instaladores de parqué o de moquetas).

La *bursitis infrarrotuliana subcutánea* se debe a una fricción excesiva entre la piel y la tuberosidad de la tibia; aparece un edema por encima del extremo proximal de la tibia. Antes este cuadro se conocía con el nombre de «rodilla del clérigo» por la frecuencia con que éstos se arrodillaban, aunque es más frecuente en techadores y en instaladores de suelos que no se protegen con rodilleras. La *bursitis infrarrotuliana profunda* cursa con edema entre el ligamento rotuliano y la tibia, por encima de la tuberosidad de esta última. La inflamación normalmente se debe a un uso excesivo y a la fricción subsiguiente entre el tendón rotuliano y las estructuras posteriores a él: el cuerpo adiposo infrarrotuliano y la propia tibia (Anderson *et al.*, 2000). La tumefacción de la bolsa infrarrotuliana profunda oblitera los hoyuelos que normalmente se encuentran a cada lado del ligamento rotuliano cuando la rodilla está extendida.

Las abrasiones y las heridas penetrantes pueden provocar una *bursitis suprarrotuliana* infecciosa, si entran en la bolsa bacterias procedentes de la piel lacerada. La infección se puede propagar a la cavidad de la articulación de la rodilla y provocar un enrojecimiento localizado y aumento de tamaño de los nódulos linfáticos poplíteos e inguinales.

Quistes poplíteos

Los *quistes poplíteos* (quistes de Baker) son sacos anormales de membrana sinovial llenos de líquido que se sitúan en la región de la fosa poplítea. Un quiste poplíteo es casi siempre una complicación de un derrame crónico de la articulación de la rodilla. El quiste puede ser una hernia de la bolsa del gastrocnemio o del semimembranoso a través de la membrana fibrosa de la cápsula articular; esta hernia se comunica con la cavidad articular de la rodilla por medio de un estrecho pedúnculo (fig. C5-37). El líquido sinovial también puede proceder de la propia articulación de la rodilla (*derrame sinovial*) o de una bolsa situada alrededor de la rodilla y acumularse en la fosa poplítea, donde forma un nuevo saco revestido de membrana sinovial, o quiste poplíteo. Los quistes poplíteos son frecuentes en los niños, pero raramente provocan síntomas. En los adultos, los quistes poplíteos pueden llegar a ser de gran tamaño (en ocasiones llegan a extenderse hasta la mitad de la pantorrilla) e interferir con los movimientos de la rodilla.



Vista medial de una disección de la rodilla izquierda

FIGURA C5-37.

Artroplastia de rodilla

Si una persona presenta una patología importante de rodilla (p. ej., debida a artrosis), se le puede insertar una rodilla artificial (*artroplastia total de rodilla*) (fig. C5-38). La rodilla artificial consta de componentes plásticos y metálicos que se cementan en los extremos óseos femoral y tibial tras la extirpación de las áreas defectuosas. La combinación de metal y plástico remeda la suavidad del contacto entre cartílago y cartílago, y ofrece buenos resultados en las personas «de baja demanda» que tienen un estilo de vida relativamente sedentario. En las personas «de alta demanda» que practican activamente algún deporte pueden romperse las uniones entre el hueso y el cemento, y aflojarse los componentes de la rodilla artificial; no obstante, gracias a los progresos experimentados en bioingeniería y técnicas quirúrgicas, hoy día se obtienen mejores resultados.

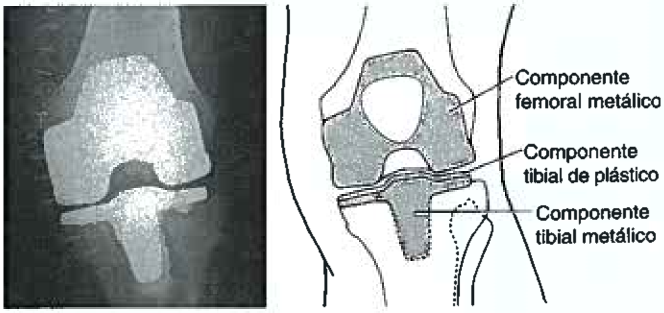

Componente femoral metálico
Componente tibial de plástico
Componente tibial metálico

FIGURA C5-38.

Lesiones del tobillo

El tobillo (articulación talocrural) es la articulación importante del cuerpo que se lesiona con mayor frecuencia. Los *esguinces de tobillo* (desgarros fibrilares de los ligamentos) son muy frecuentes. Un esguince de tobillo casi siempre es una *lesión por inversión* debida a una torcedura del pie cuando éste se encuentra en flexión plantar y sometido a carga de peso: la persona pisa una superficie irregular y sufre una inversión forzada del pie. Los *esguinces del ligamento colateral lateral* se observan en deportes en que se corre y se salta con frecuencia, como por ejemplo el baloncesto (un 70% a 80% de los jugadores que lo practican han sufrido por lo menos una vez un esguince de tobillo). El ligamento colateral lateral tiende a lesionarse porque es mucho más débil que el medial y porque es el que se opone a la inversión de la articulación talocrural. El *ligamento astragaloperoneo anterior* (talofibular anterior), que forma parte del ligamento colateral lateral, es el más vulnerable y el que se desgarra total o parcialmente con mayor frecuencia en los esguinces de tobillo; como consecuencia, aparece inestabilidad en la articulación talocrural (fig. C5-39). También se puede desgarrar el *ligamento calcaneoperoneo*. En los esguinces graves se puede fracturar el maléolo lateral del peroné. En las *lesiones por cizallamiento, el maléolo lateral se fractura* a la altura de la articulación talocrural o por encima de ésta. En las *fracturas por avulsión*, el maléolo se fractura por debajo de la articulación talocrural; se arranca un fragmento de hueso por la tracción que ejerce(n) el(los) ligamento(s) que se le inserta(n).

Las **fracturas-luxaciones de Pott del tobillo** tienen lugar cuando se produce una eversión forzada del pie (fig. C5-40). Este movimiento tira del ligamento colateral medial (deltoideo), que al ser extremadamente resistente a menudo arranca el maléolo medial. A continuación, el astrágalo se desplaza lateralmente y cizalla el maléolo lateral o, con mayor frecuencia, fractura el peroné por encima de la sindesmosis tibioperonea. Si la tibia se desplaza anteriormente, el borde posterior de su extremo distal también se cizalla por el movimiento del calcáneo y tiene lugar una «fractura trimaleolar». Cuando se aplica esta denominación a la lesión descrita se considera erróneamente que toda la extremidad distal de la tibia es un «maléolo».

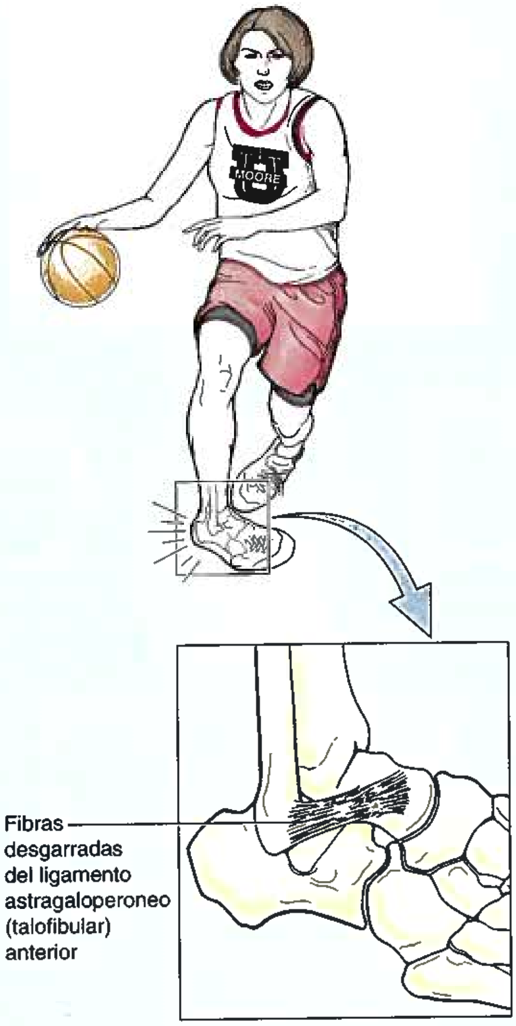

MOORE
Fibras desgarradas del ligamento astragaloperoneo (talofibular) anterior

FIGURA C5-39.

Atrapamiento del nervio tibial

Cuando el nervio tibial abandona el compartimiento posterior de la pierna, pasa en profundidad respecto al retináculo de los músculos flexores en el espacio situado

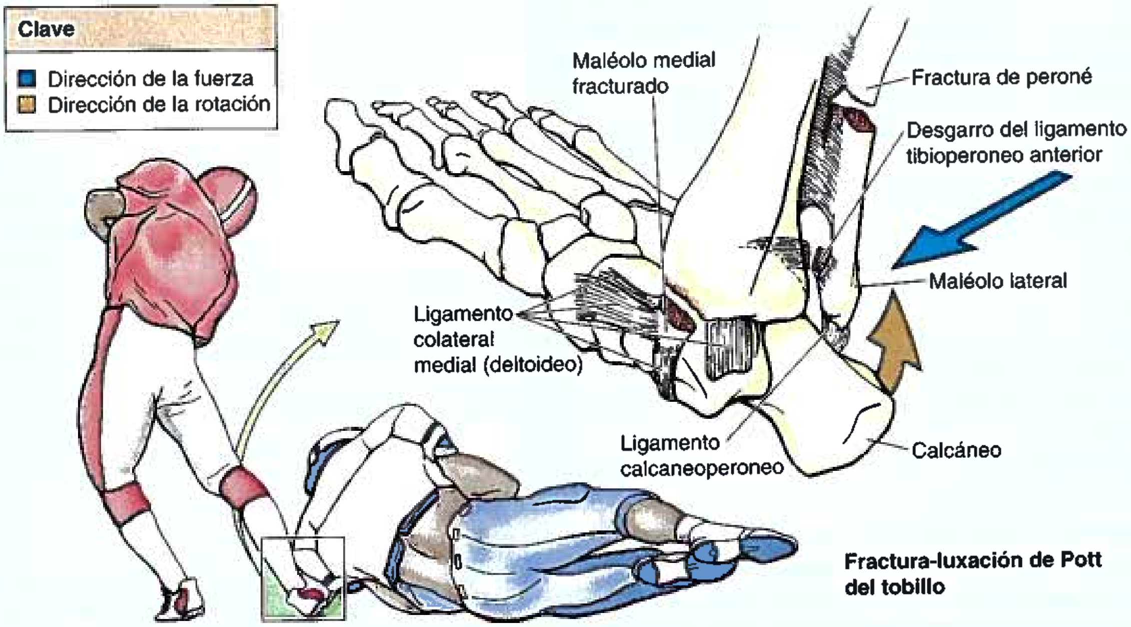

Clave
■ Dirección de la fuerza
■ Dirección de la rotación
Maléolo medial fracturado
Fractura de peroné
Desgarro del ligamento tibioperoneo anterior
Maléolo lateral
Ligamento colateral medial (deltoideo)
Ligamento calcaneoperoneo
Calcáneo
Fractura-luxación de Pott del tobillo

FIGURA C5-40.

entre el maléolo medial y el calcáneo (fig. 5-71A). El atrapamiento y compresión del nervio tibial (*síndrome del túnel del tarso*) tiene lugar cuando aparece edema y rigidez en el tobillo y se ven afectadas las vainas sinoviales de los tendones de los músculos del compartimiento posterior de la pierna. El área afectada se extiende desde el maléolo medial hasta el calcáneo, y aparece dolor en el talón debido a la compresión que ejerce el retináculo de los músculos flexores sobre el nervio tibial.

Deformidad en valgo del dedo gordo

La **deformidad en valgo del dedo gordo** (hallux valgus o juanete) se debe a la presión del calzado y a la presencia de una enfermedad articular degenerativa; cursa característicamente con desviación lateral del dedo gordo (fig. C5-41). La **L** de valgo indica **desviación lateral**. En algunas personas, esta desviación dolorosa es tan grande que el dedo gordo se solapa sobre el 2.º dedo (fig. C5-41A) y disminuye el arco longitudinal medial. Esta desviación afecta especialmente a las mujeres y su frecuencia aumenta con la edad. Las personas que la sufren no pueden apartar el 1.er dedo del 2.º porque los sesamoideos que se localizan bajo la cabeza del 1.er metatarsiano normalmente se han desplazado y ocupan el espacio situado entre las cabezas de los metatarsianos 1.º y 2.º (fig. C5-41B). El 1.er metatarsiano se desplaza medialmente y los sesamoideos lo hacen lateralmente. Con frecuencia, los tejidos circundantes se hinchan y debido a la presión resultante y a la fricción con el zapato se forma una bolsa subcutánea; cuando es dolorosa al tacto y está inflamada, esta bolsa se denomina **bunio** (fig. C5-41A). A menudo también se forman **callos** (áreas inflamadas de piel engrosada) por encima de las articulaciones interfalángicas proximales, especialmente en el dedo pequeño.

Dedo en martillo

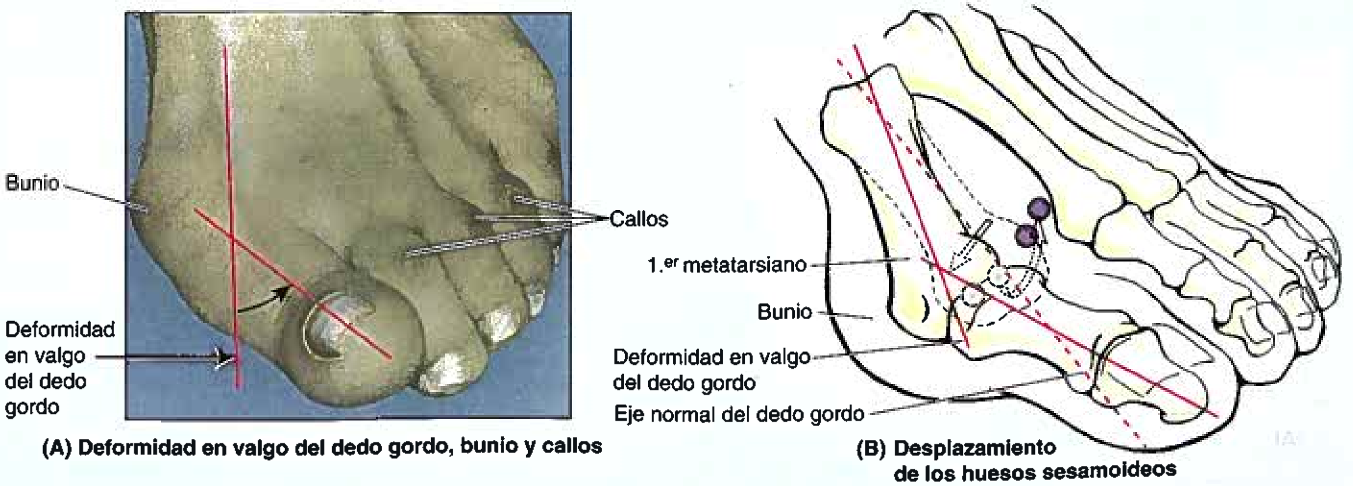
El **dedo en martillo** es una deformidad del pie en la cual la falange proximal se encuentra permanentemente en una marcada flexión dorsal (hiperextendida) en la articulación metatarsofalángica, y la falange media en una fuerte flexión plantar en la articulación interfalángica proximal. Con frecuencia, la falange distal también se encuentra hiperextendida. Todo ello confiere al dedo (normalmente el 2.º) la apariencia de un martillo (fig. C5-42A). La presencia de esta deformidad en uno o más dedos puede deberse a la debilidad de los músculos lumbricales e interóseos, que son los que flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y extienden las interfalángicas. Con frecuencia se forma una *callosidad* o *callo* (engrosamiento y endurecimiento del estrato córneo de la piel) en las zonas en que el zapato roza repetidamente la superficie dorsal del dedo.

Dedos en garra

Los **dedos en garra** se caracterizan por una hiperextensión de las articulaciones metatarsofalángicas con flexión de las articulaciones interfalángicas distales (fig. C5-42B). Normalmente están afectados los cuatro dedos laterales. En las superficies dorsales de los dedos se forman callosidades debido a la presión del zapato. También pueden formarse en las superficies plantares de las cabezas de los metatarsianos y en las puntas de los dedos debido al mayor peso que tienen que soportar cuando existe esta deformidad.

Pie plano

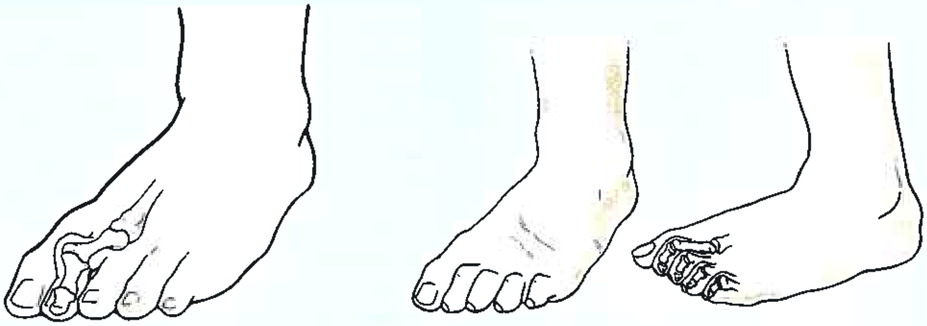
Antes de los 3 años de edad es normal que los pies tengan una apariencia plana debido al grosor de la almohadilla de grasa subcutánea en la planta del pie. A medida que el niño crece, esta grasa se pierde y se vuelve visible el arco longitudinal medial normal (fig. C5-42B). Los pies planos pueden ser *flexibles* (planos, o sea sin arco medial, cuando se carga peso, pero con un aspecto normal cuando no se carga peso [fig. C5-42D]) o *rígidos* (planos incluso cuando no se carga peso). Los *pies planos flexibles*, que son los más frecuentes, se deben a una degeneración o una laxitud de los ligamentos intrínsecos (el sostén pasivo del arco es inadecuado). Los pies planos flexibles son frecuentes en la niñez, pero normalmente remiten con la edad a medida que los ligamentos


Bunio
Callos
Deformidad en valgo del dedo gordo
1.er metatarsiano
Bunio
Deformidad en valgo del dedo gordo
Eje normal del dedo gordo

(A) Deformidad en valgo del dedo gordo, bunio y callos

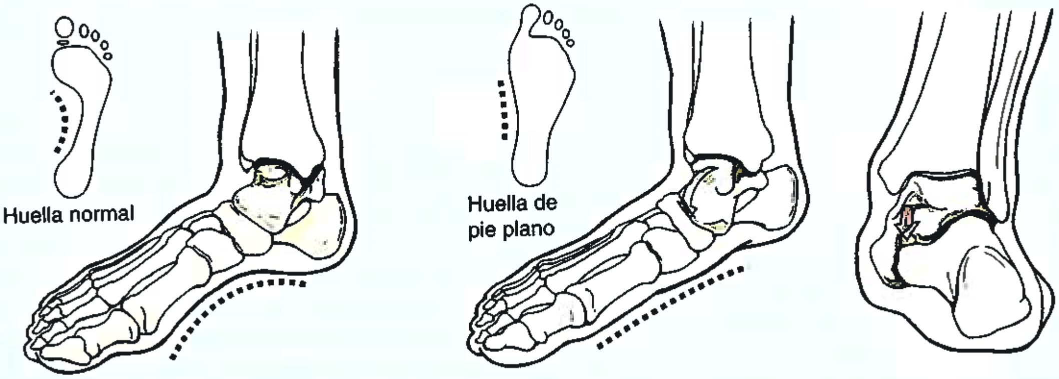
(B) Desplazamiento de los huesos sesamoideos

FIGURA C5-41.



(A) Dedo en martillo

(B) Dedos en garra


Huella normal
Huella de pie plano

(C) Vista del arco normal

(D) Vista del arco caído

FIGURA C5-42.

crecen y maduran. En ocasiones, el cuadro persiste en la vida adulta, y puede ser sintomático o no.

Los *pies planos rígidos* que han estado presentes desde la niñez probablemente se deben a una deformidad ósea (p. ej., una fusión de huesos del tarso adyacentes). Los *pies planos adquiridos* («arcos caídos») se deben probablemente a una disfunción del tibial posterior (sostén dinámico del arco) debida a traumatismos, degeneración por la edad o denervación. En ausencia de un sostén pasivo o dinámico normal, el ligamento calcaneonavicular plantar es incapaz de aguantar la cabeza del astrágalo, y en consecuencia ésta se desplaza inferomedialmente y se vuelve prominente (fig. C5-42D, *flecha roja*). Como resultado, se produce un cierto aplanamiento de la porción medial del arco longitudinal, junto con una desviación lateral del antepié. Los pies planos son frecuentes en las personas de edad avanzada, sobre todo si permanecen mucho tiempo de pie o aumentan de peso rápidamente, ya que en estas situaciones se sobrecargan los músculos y aumenta la tensión sobre los ligamentos que sostienen los arcos.

Pie zambo

La expresión **pie zambo** hace referencia a un pie que está retorcido y no ocupa su posición normal. Todas sus variantes son *congénitas* (están presentes en el momento

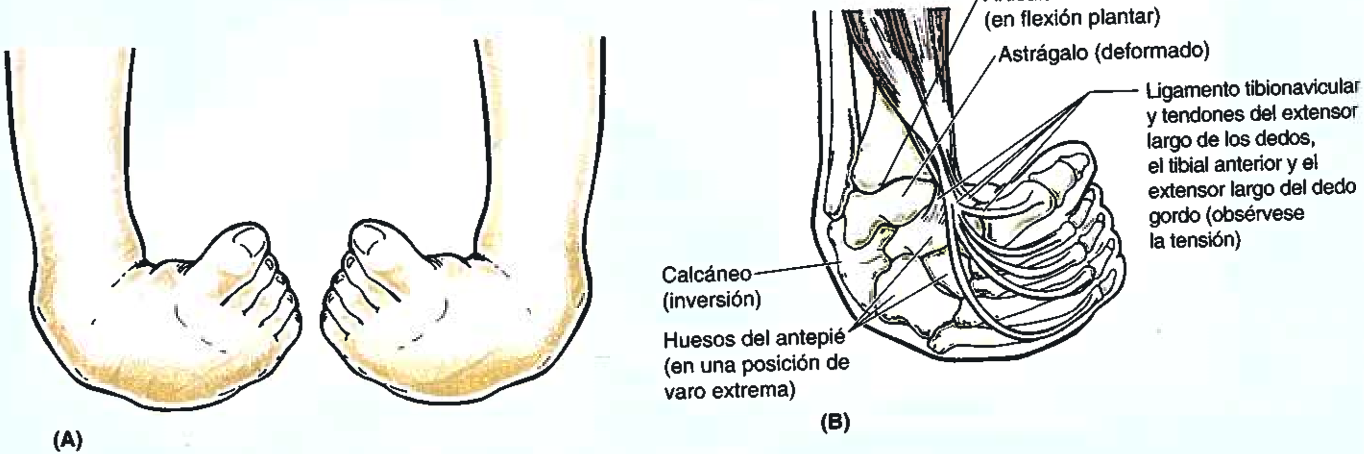

Articulación talocrural (en flexión plantar)
Astrágalo (deformado)
Ligamento tibionavicular y tendones del extensor largo de los dedos, el tibial anterior y el extensor largo del dedo gordo (obsérvese la tensión)
Calcáneo (inversión)
Huesos del antepié (en una posición de varo extrema)
(A)
(B)

FIGURA C5-43.

del nacimiento). En el *pie equinovaro (talipes equinovarus)*, que es el tipo más frecuente (2 de cada 1.000 nacidos vivos), está implicada la articulación subastragalina. Este cuadro afecta a dos niños por cada niña. El pie está invertido y en flexión plantar, y el antepié está aducido (girado hacia la línea media de manera anormal) (fig. C5-43). El nombre de equino se debe a que el pie adopta la posición del casco de un caballo. En la mitad de los sujetos afectados, la malformación es bilateral. Una persona con pie zambo no corregido es incapaz de poner el talón y la planta planos sobre el suelo, y por ello debe apoyar el peso sobre la cara lateral del antepié, lo cual le provoca dolor al caminar. Las principales alteraciones son el acortamiento y la tirantez de los músculos, los tendones, los ligamentos y las cápsulas articulares del lado medial y la cara posterior del pie y el tobillo.

Puntos fundamentales

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO INFERIOR

Articulación de la cadera. La articulación de la cadera es la más resistente y estable del organismo. ♦ Su estabilidad se debe a *1)* la resistencia mecánica de su construcción esferoidea con un receptáculo profundo, que permite un extenso contacto entre las superficies articulares; *2)* su resistente cápsula articular; y *3)* los numerosos músculos que la rodean. ♦ No obstante, es vulnerable, especialmente en las personas de edad avanzada, debido al ángulo (inclinación) del cuello del fémur y a la estrecha asociación entre las irrigaciones de la cabeza y el cuello del fémur. Debido a ello, las fracturas provocan necrosis avascular de la cabeza del fémur. ♦ Los principales movimientos de la articulación de la cadera son la flexión y la extensión, que abarcan una gran amplitud; la rotación medial y lateral con abducción forma parte de cada paso en la marcha bípeda normal.

Articulación de la rodilla. La rodilla es una articulación de tipo gínglimo con una gran amplitud de movimientos (principalmente flexión y extensión, pero también rotación cuando está flexionada). ♦ Es nuestra articulación más vulnerable debido a la incongruencia de sus superficies articulares y a la desventaja mecánica que le supone soportar el peso y el impulso del cuerpo a la vez que actúa como fulcro entre dos largos brazos de palanca. ♦ Diversos mecanismos le ayudan a compensar estos factores: *1)* los resistentes ligamentos intrínsecos, extracapsulares e intracapsulares; *2)* el entablillado ejercido por los numerosos tendones que la rodean (entre ellos el tracto iliotibial); y *3)* los meniscos, que rellenan los espacios vacíos y proporcionan unas superficies articulares móviles. ♦ Tienen una relevancia clínica especial *1)* los ligamentos colaterales, que se tensan durante la extensión (y la limitan) y se relajan durante la flexión, permitiendo movimientos de rotación frente a los que actúan como elementos de contención; *2)* los ligamentos cruzados, que mantienen la estabilidad de la articulación durante la flexión y proporcionan un pivote para su rotación; y *3)* el menisco medial, que está unido al ligamento colateral tibial y por ello se lesiona con frecuencia.

Articulaciones tibioperoneas. Las articulaciones tibioperoneas comprenden una articulación sinovial proximal, una membrana interósea, y una sindesmosis tibioperonea distal integrada por unos ligamentos tibioperoneos anterior, interóseo y posterior. ♦ En conjunto, estas articulaciones constituyen un sistema compensador que permite un ligero movimiento hacia arriba del peroné debido a la expansión transversal forzada de la mortaja maleolar (cavidad cuadrada profunda) durante la flexión dorsal máxima de la articulación talocrural. ♦ Todas las conexiones fibrosas tibioperoneas siguen un trayecto descendente desde la tibia hasta el peroné, y por ello permiten este ligero movimiento hacia arriba a la vez que se oponen con fuerza a la tracción hacia abajo que ejercen sobre el peroné cuando se contraen ocho de los nueve músculos que se le insertan.

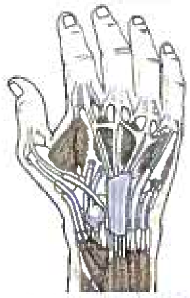
Articulación talocrural. La articulación talocrural (del tobillo) está compuesta por una mortaja superior, formada por la cara inferior de la tibia (como estructura donde se apoya el peso) y los dos maléolos, en la cual se aloja la tróclea del astrágalo. ♦ La estabilidad de esta articulación se mantiene gracias a un resistente ligamento medial (deltoideo) y a un ligamento lateral mucho más débil. ♦ El ligamento lateral (y más concretamente su componente astragaloperoneo anterior) es el que más lesiones sufre de todo el cuerpo. ♦ Las lesiones se deben principalmente a inversiones inadvertidas del pie cuando se encuentra en flexión plantar y soporta el peso de todo el cuerpo. ♦ En la articulación del tobillo son posibles alrededor de 70° de flexión dorsal y de flexión plantar. Además, en la menos estable posición de flexión plantar tienen lugar pequeños movimientos de bamboleo.

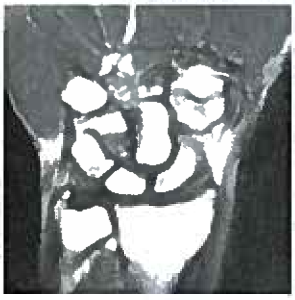
Articulaciones del pie. Desde un punto de vista funcional, en el pie hay tres articulaciones compuestas: *1)* la articulación subastragalina clínica, que se establece entre el astrágalo y el calcáneo y permite movimientos de inversión y eversión alrededor de un eje oblicuo; *2)* la articulación transversa del tarso, en la cual el mediopié y el antepié rotan como una unidad sobre el retropié alrededor de un eje longitudinal, y así aumenta la inversión y la eversión; y *3)* el resto de las articulaciones del pie, que permiten que la plataforma podal forme los arcos dinámicos longitudinal y transverso del pie. ♦ Los arcos proporcionan la elasticidad necesaria para la marcha, la carrera y el salto, y se mantienen gracias a cuatro capas de elementos fibrosos pasivos y a las estructuras activas formadas por los músculos intrínsecos del pie y los tendones del peroneo largo, el tibial posterior y los flexores.

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen UMSLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO 6

Miembro superior





VISIÓN GENERAL/ 672

COMPARACIÓN ENTRE LOS MIEMBROS SUPERIOR E INFERIOR / 673

HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR / 673

Clavícula / 673

Escápula / 675

Húmero / 676

Huesos del antebrazo / 677

Huesos de la mano / 679

Anatomía de superficie de los huesos del miembro superior / 680

■ **CUADRO AZUL: Huesos del miembro superior.** Lesiones del miembro superior. Variaciones de la clavícula. Fractura de la clavícula. Osificación de la clavícula. Fractura de la escápula. Fracturas del húmero. Fracturas del cúbito y el radio. Fractura del escafoides. Fractura del ganchoso. Fractura de los metacarpianos. Fractura de las falanges / 683

FASCIAS, VASOS EFERENTES, INERVACIÓN CUTÁNEA Y MIOTOMAS DEL MIEMBRO SUPERIOR / 688

Fascia del miembro superior / 688

Drenaje venoso del miembro superior / 689

Drenaje linfático del miembro superior / 692

Inervación cutánea del miembro superior / 693

Inervación motora (miotomas) del miembro superior / 693

■ TABLA 6-1. Dermatomas del miembro superior / 694

■ TABLA 6-2. Nervios cutáneos del miembro superior / 695

REGIONES PECTORAL Y ESCAPULAR / 697

Músculos axioapendiculares anteriores / 697

■ TABLA 6-3. Músculos axioapendiculares anteriores / 698

Músculos axioapendiculares posteriores y escapulohumerales / 700

■ TABLA 6-4. Músculos axioapendiculares posteriores / 700

■ TABLA 6-5. Movimientos de la escápula / 702

Músculos escapulohumerales (intrínsecos del hombro) / 704

■ TABLA 6-6. Músculos escapulohumerales (intrínsecos del hombro) / 704

Anatomía de superficie de las regiones pectoral, escapular y deltoidea / 707

■ **CUADRO AZUL: Regiones pectoral, escapular y deltoidea.** Ausencia de músculos pectorales. Parálisis del serrato anterior. Triángulo de auscultación. Lesión del nervio accesorio (NC XI). Lesión del nervio toracodorsal. Lesión del nervio dorsal de la escápula. Lesión del nervio axilar. Fractura-luxación de la epífisis proximal del húmero. Lesiones del manguito de los rotadores / 709

AXILA / 713

Arteria axilar / 715

■ TABLA 6-7. Arterias de la porción proximal del miembro superior (región del hombro y el brazo) / 717

Vena axilar / 718

Nódulos linfáticos axilares / 719

Plexo braquial / 721

■ TABLA 6-8. Plexo braquial y nervios del miembro superior / 722

■ **CUADRO AZUL: Axila.** Anastomosis arteriales alrededor de la escápula. Compresión de la arteria axilar. Aneurisma de la arteria axilar.

Lesiones de la vena axilar. Papel de la vena axilar en la punción de la vena subclavia. Hipertrofia de los nódulos linfáticos axilares. Disección de los nódulos linfáticos axilares. Variaciones del plexo braquial. Lesiones del plexo braquial. Bloqueo del plexo braquial / 726

BRAZO / 731

Músculos del brazo / 731

■ TABLA 6-9. Músculos del brazo / 734

Arteria braquial / 736

Venas del brazo / 737

Nervios del brazo / 737

Fosa del codo / 739

Anatomía de superficie del brazo y de la fosa del codo / 739

■ CUADRO AZUL: **Brazo y fosa del codo.** Reflejo miotático bicipital. Tendinitis del bíceps braquial. Desplazamiento del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Rotura del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Interrupción del flujo sanguíneo en la arteria braquial. Fractura del cuerpo del húmero. Lesión del nervio musculocutáneo. Lesión del nervio radial en el brazo. Punción venosa en la fosa del codo. Variaciones de las venas de la fosa del codo / 741

ANTEBRAZO / 744

Compartimientos del antebrazo / 744

Músculos del antebrazo / 746

■ TABLA 6-10. Músculos del compartimiento anterior del antebrazo / 748

■ TABLA 6-11. Músculos del compartimiento posterior del antebrazo / 751

Arterias del antebrazo / 757

■ TABLA 6-12. Arterias del antebrazo y el carpo / 759

Venas del antebrazo / 760

Nervios del antebrazo / 761

■ TABLA 6-13. Nervios del antebrazo / 762

Anatomía de superficie del antebrazo / 764

■ CUADRO AZUL: **Antebrazo.** Tendinitis del codo o epicondilitis lateral. Dedo en martillo o dedo de béisbol. Fractura del olécranon. Quiste sinovial del carpo. División alta de la arteria braquial. Arteria cubital superficial. Medición de la frecuencia del pulso. Variaciones en el origen de la arteria radial. Lesión del nervio mediano. Síndrome del pronador. Comunicaciones entre los nervios mediano y cubital. Lesión del nervio cubital en el codo y en el antebrazo. Síndrome del túnel cubital. Lesión del nervio radial en el antebrazo (ramos superficial o profundo) / 766

MANO / 771

Fascia y compartimientos de la palma / 771

Músculos de la mano / 773

■ TABLA 6-14. Músculos intrínsecos de la mano / 776

Tendones de los flexores largos y vainas tendinosas de la mano / 779

Arterias de la mano / 779

■ TABLA 6-15. Arterias de la mano / 781

Venas de la mano / 782

Nervios de la mano / 782

■ TABLA 6-16. Nervios de la mano / 784

Anatomía de superficie de la mano / 786

■ CUADRO AZUL: **Mano.** Contractura de Dupuytren de la fascia palmar. Infecciones de la mano. Tendosinovitis. Laceración de los arcos palmares. Isquemia de los dedos. Lesiones del nervio mediano. Síndrome del túnel carpiano (conducto carpiano). Traumatismos del nervio mediano. Síndrome del conducto cubital. Neuropatía del manillar. Lesión del nervio radial en el brazo y pérdida de habilidad manual. Dermatoglifos. Heridas palmares e incisiones quirúrgicas / 789

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR / 793

Articulación esternoclavicular / 794

Articulación acromioclavicular / 796

Articulación del hombro / 796

Articulación del codo / 800

■ TABLA 6-17. Movimientos de la articulación del hombro / 801

Articulación radiocubital proximal / 804

Articulación radiocubital distal / 806

Articulación radiocarpiana / 808

Articulaciones intercarpianas / 809

Articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas / 811

Articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas / 812

■ CUADRO AZUL: **Articulaciones del miembro superior.** Luxación de la articulación esternoclavicular. Anquilosis de la articulación esternoclavicular. Luxación de la articulación acromioclavicular. Tendinitis cálcica del supraespinoso. Lesiones del manguito de los rotadores. Luxación de la articulación del hombro. Lesión del nervio axilar. Desgarros del rodete glenoideo. Capsulitis adhesiva de la articulación del hombro. Bursitis del codo. Avulsión del epicóndilo medial. Reconstrucción del ligamento colateral cubital. Luxación de la articulación del codo. Subluxación y luxación de la cabeza del radio. Fracturas y luxaciones del carpo. Pulgar de domador de toros. Pulgar de esquiador / 813

VISIÓN GENERAL

El miembro superior se caracteriza por su movilidad y su capacidad para agarrar, golpear y llevar a cabo acciones motoras finas (*manipulación*). Estas características son especialmente relevantes en el caso de la mano, cuando se realizan actividades manuales como abrocharse la camisa.

Las articulaciones del miembro superior interaccionan de forma sincronizada para coordinar los segmentos participantes en la realización de movimientos suaves y eficientes a la distancia o en la posición más operativas necesarias para una tarea en concreto. La eficiencia de la función de la mano se debe, en gran parte, a la capacidad para situarla en la posición adecuada mediante movimientos de las articulaciones de la cintura escapular, del hombro, del codo, radiocubitales y del carpo.

El miembro superior está formado por cuatro segmentos principales que, a su vez, se subdividen en regiones para así ofrecer una descripción más precisa (figs. 6-1 y 6-2):

1. **Hombro:** segmento proximal del miembro en el cual se superponen partes del tronco (tórax y dorso) y de la porción lateral e inferior del cuello. Comprende las **regiones pectoral, escapular** y **deltoidea** del miembro superior, y la parte lateral (fosa supraclavicular mayor) de la región cervical lateral. Recubre la mitad de la cintura escapular. La **cintura escapular (pectoral)** es un anillo óseo, incompleto posteriormente, formado por las *escápulas* y las *clavículas*, y completado anteriormente por el *manubrio del esternón* (parte del esqueleto axial).
2. **Brazo:** primer segmento del miembro superior libre (parte más móvil del miembro superior independiente del tronco) y porción más larga del miembro. Se extiende entre el hombro y el codo conectando ambas articulaciones, y comprende las **regiones anterior** y **posterior del brazo,** centradas en torno al húmero.
3. **Antebrazo:** segundo segmento más largo del miembro. Se extiende entre el codo y el carpo conectando ambas articula-

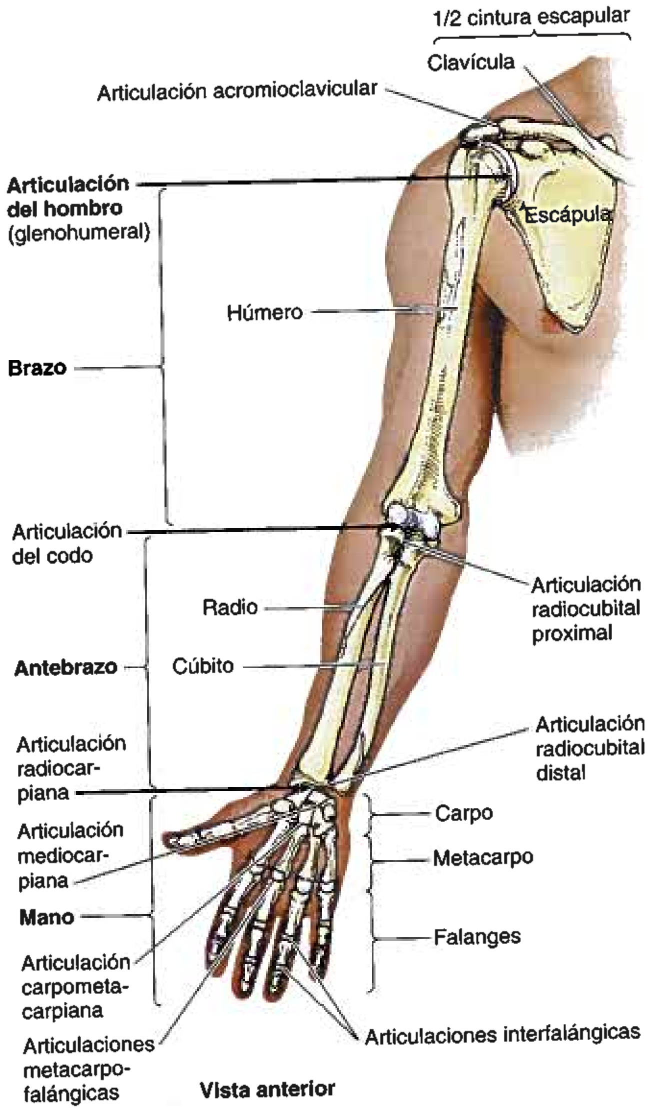

1/2 cintura escapular
Clavícula
Articulación acromioclavicular
Articulación del hombro (glenohumeral)
Escápula
Húmero
Brazo
Articulación del codo
Radio
Articulación radiocubital proximal
Antebrazo
Cúbito
Articulación radiocubital distal
Articulación radiocarpiana
Carpo
Articulación mediocarpiana
Metacarpo
Mano
Falanges
Articulación carpometacarpiana
Articulaciones metacarpofalángicas
Articulaciones interfalángicas
Vista anterior

FIGURA 6-1. Segmentos y huesos del miembro superior. Las articulaciones dividen el esqueleto apendicular superior, y por tanto el propio miembro, en cuatro segmentos principales: hombro, brazo, antebrazo y mano.

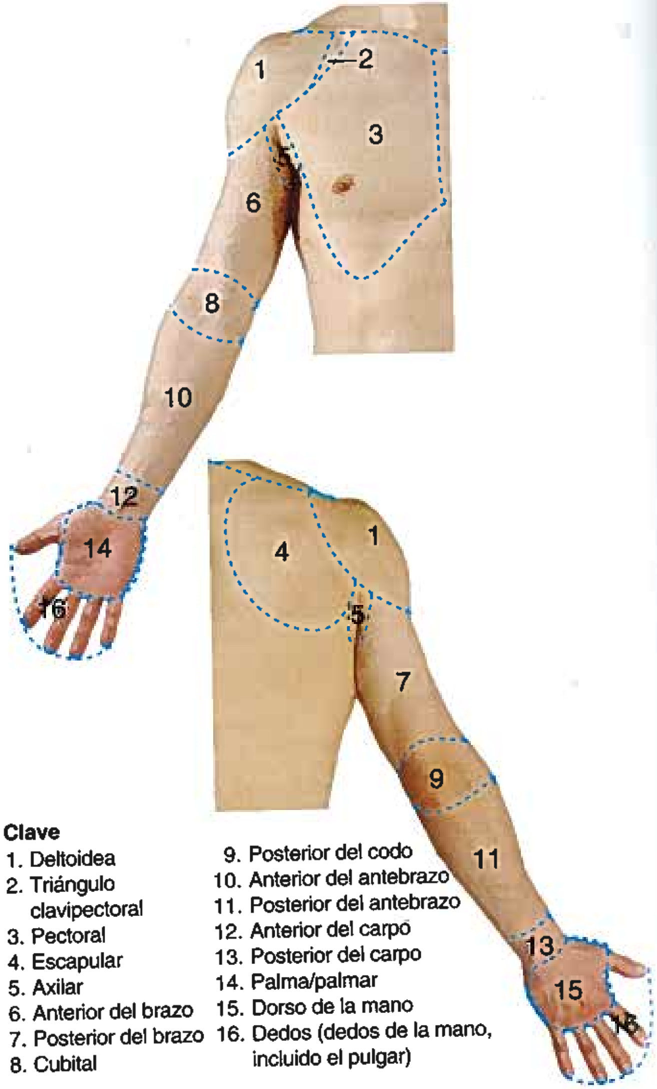

1
2
3
5
6
8
10
12
14
16
4
1
5
7
9
11
13
15
16
Clave
1. Deltoidea
2. Triángulo clavipectoral
3. Pectoral
4. Escapular
5. Axilar
6. Anterior del brazo
7. Posterior del brazo
8. Cubital
9. Posterior del codo
10. Anterior del antebrazo
11. Posterior del antebrazo
12. Anterior del carpo
13. Posterior del carpo
14. Palma/palmar
15. Dorso de la mano
16. Dedos (dedos de la mano, incluido el pulgar)

FIGURA 6-2. Regiones del miembro superior. Para una exacta descripción, el miembro superior está dividido en regiones basándose en las características externas (anatomía de superficie) de las estructuras subyacentes musculares, óseas y articulares.

ciones y comprende las **regiones anterior** y **posterior del antebrazo,** que recubren el radio y el cúbito.

4. **Mano:** parte del miembro superior distal al antebrazo que se estructura alrededor del carpo, el metacarpo y las falanges. Comprende el **carpo,** la **palma** y el **dorso de la mano,** y los **dedos** (entre los que se cuenta un pulgar oponible), y está ricamente inervada con numerosas terminaciones sensibles al tacto, el dolor y la temperatura.

COMPARACIÓN ENTRE LOS MIEMBROS SUPERIOR E INFERIOR

Formados de un modo similar (v. cap. 5), el miembro superior y el inferior comparten numerosas características. No obstante, su estructura es suficientemente distinta como para otorgarles funciones y capacidades notablemente diferentes. Como el miembro superior no suele estar implicado en soportar peso ni en el desplazamiento, se ha sacrificado su estabilidad para conseguir una mayor movilidad. Aun así, el miembro superior está dotado de una considerable fuerza. Además, gracias a la capacidad de la mano para adoptar una forma de paleta o una configuración prensil o de plataforma, puede ejercer alguna función en el desplazamiento en determinadas circunstancias.

Los miembros superiores e inferiores están conectados al **esqueleto axial** (cráneo, columna vertebral y caja torácica asociada) mediante las cinturas óseas escapular y pélvica, respectivamente. La *cintura pélvica* está formada por los dos huesos coxales, que se conectan al sacro (v. cap. 5). La *cintura escapular* comprende las escápulas y las clavículas, que se conectan al manubrio del esternón. Ambas cinturas están dotadas de un gran hueso plano localizado posteriormente en el cual se insertan los músculos proximales y que se conecta con su pareja contralateral mediante unos pequeños refuerzos óseos anteriores (las ramas del pubis y las clavículas). No obstante, los huesos ilíacos planos de la cintura pélvica también se conectan posteriormente por medio de su unión primaria al sacro mediante las articulaciones sacroilíacas, esencialmente rígidas y transmisoras del peso. Esta conexión posterior al esqueleto axial sitúa a los miembros inferiores por debajo del tronco y les otorga una función de apoyo, ya que actúan principalmente en el mismo sentido que la fuerza de la gravedad. Además, como los dos lados se conectan tanto anterior como posteriormente, la cintura pélvica forma un anillo rígido completo que limita la movilidad y determina que los movimientos de un miembro afecten de forma importante a los del otro. Por contra, la cintura escapular sólo se conecta con el tronco anteriormente por medio del esternón a través de articulaciones flexibles con tres grados de libertad, y forma un anillo incompleto porque las escápulas no se conectan entre sí posteriormente. En consecuencia, los miembros superiores se mueven con independencia el uno del otro y pueden actuar con eficacia por delante del cuerpo a una distancia y una altura que permiten una coordinación precisa entre la vista y las manos.

Tanto en los miembros superiores como en los inferiores, el hueso largo del segmento más proximal es el de mayor tamaño e impar. El número de huesos largos es cada vez mayor cuanto más distal es el segmento del miembro, pero su tamaño también es cada vez menor. Tanto la pierna como el antebrazo, segundos segmentos más proximales de los miembros inferiores y superiores, respectivamente, contienen dos huesos paralelos, aunque sólo en el antebrazo se articulan ambos con el hueso del segmento proximal y sólo en la pierna se articulan ambos directamente con el segmento distal. Aunque tanto los huesos emparejados de la pierna como los del antebrazo participan en la flexión y la extensión como una unidad, sólo los del miembro superior pueden moverse el uno en relación con el otro (pronación y supinación); los huesos de la pierna están fijos en pronación.

El carpo y el tarso poseen un número similar de huesos cortos (ocho y siete, respectivamente). Ambos grupos de huesos cortos interrumpen una serie de huesos largos que finaliza distalmente en varios grupos de huesos largos con longitudes similares y un número parecido de articulaciones, esencialmente del mismo tipo. Los dedos del miembro superior incluido el pulgar son las partes más móviles de los cuatro miembros, aunque también todas las otras partes del miembro superior tienen una mayor movilidad en comparación con sus equivalentes en el miembro inferior.

HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

La cintura escapular y los huesos de la porción libre del miembro superior forman el **esqueleto apendicular superior** (fig. 6-3); la cintura pélvica y los huesos de la porción libre del miembro inferior forman el **esqueleto apendicular inferior.** El esqueleto apendicular superior se articula con el esqueleto axial sólo mediante la articulación esternoclavicular, lo cual le permite una gran movilidad. Las funciones de sostén, estabilización y movimiento de las clavículas y las escápulas de la cintura escapular las llevan a cabo los **músculos axioapendiculares,** que se insertan en estructuras relativamente fijas como las costillas, el esternón y las vértebras del *esqueleto axial.*

Clavícula

La **clavícula** conecta el miembro superior al tronco (fig. 6-4). El **cuerpo** de la clavícula tiene una doble curvatura en el plano horizontal. Su mitad medial es convexa anteriormente, y su **extremidad esternal,** de mayor tamaño y forma triangular, se articula con el **manubrio** del esternón en la *articulación esternoclavicular.* Su mitad lateral es cóncava anteriormente, y su **extremidad acromial,** de forma plana, se articula con el **acromion** de la escápula en la *articulación acromioclavicular* (figs. 6-3B y 6-4). Los dos tercios mediales del cuerpo de la clavícula son convexos anteriormente, mientras que el tercio lateral es plano y cóncavo anteriormente. Estas curvaturas aumentan la flexibilidad de la clavícula y le dan la apariencia de una S mayúscula alargada.

La clavícula:

- Actúa como puntal (soporte rígido) móvil, similar a una grúa, del que se encuentran suspendidas la escápula y la parte libre del miembro, y así se mantienen alejadas del tronco para que todo el miembro goce de una máxima libertad de movimiento. Este puntal es móvil y permite que la escápula se desplace por

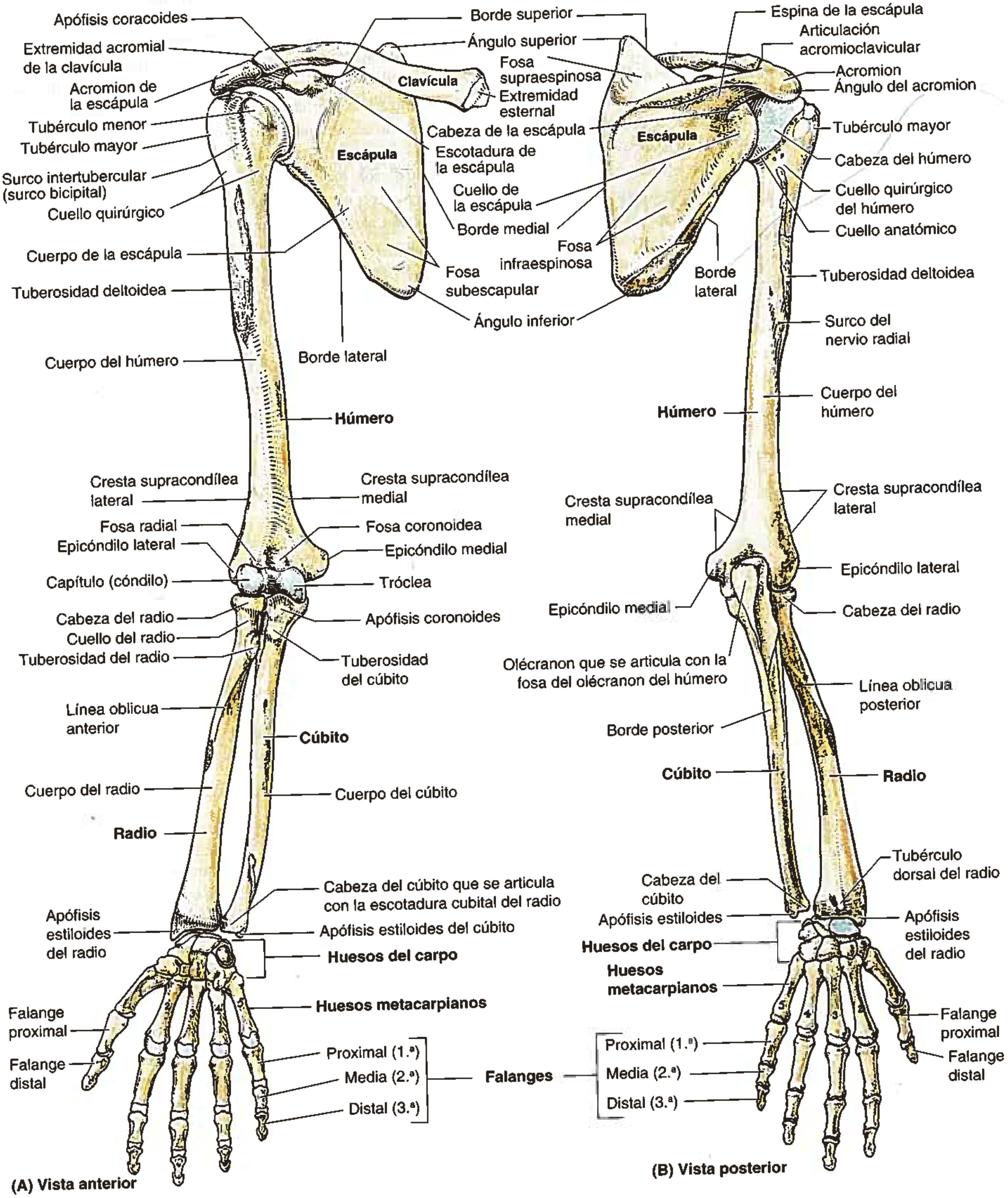

Apófisis coracoides
Extremidad acromial de la clavícula
Acromion de la escápula
Tubérculo menor
Tubérculo mayor
Surco intertubercular (surco bicipital)
Cuello quirúrgico
Cuerpo de la escápula
Tuberosidad deltoidea
Cuerpo del húmero
Borde superior
Ángulo superior
Clavícula
Fosa supraespinosa
Extremidad esternal
Cabeza de la escápula
Escápula
Escotadura de la escápula
Cuello de la escápula
Borde medial
Fosa infraespinosa
Fosa subescapular
Ángulo inferior
Borde lateral
Escápula
Borde lateral
Espina de la escápula
Articulación acromioclavicular
Acromion
Ángulo del acromion
Tubérculo mayor
Cabeza del húmero
Cuello quirúrgico del húmero
Cuello anatómico
Tuberosidad deltoidea
Surco del nervio radial
Cuerpo del húmero
Húmero
Húmero
Cresta supracondílea lateral
Fosa radial
Epicóndilo lateral
Capítulo (cóndilo)
Cabeza del radio
Cuello del radio
Tuberosidad del radio
Línea oblicua anterior
Cuerpo del radio
Radio
Cresta supracondílea medial
Fosa coronoidea
Epicóndilo medial
Tróclea
Apófisis coronoides
Tuberosidad del cúbito
Cúbito
Cuerpo del cúbito
Cabeza del cúbito que se articula con la escotadura cubital del radio
Apófisis estiloides del radio
Apófisis estiloides del cúbito
Huesos del carpo
Huesos metacarpianos
Falange proximal
Falange distal
Proximal (1.ª)
Media (2.ª)
Distal (3.ª)
Falanges
Cresta supracondílea medial
Epicóndilo medial
Olécranon que se articula con la fosa del olécranon del húmero
Borde posterior
Cúbito
Cresta supracondílea lateral
Epicóndilo lateral
Cabeza del radio
Línea oblicua posterior
Radio
Cabeza del cúbito
Apófisis estiloides
Huesos del carpo
Huesos metacarpianos
Tubérculo dorsal del radio
Apófisis estiloides del radio
Falange proximal
Falange distal
Proximal (1.ª)
Media (2.ª)
Distal (3.ª)
5
4
3
(A) Vista anterior
(B) Vista posterior

FIGURA 6-3. Huesos del miembro superior.

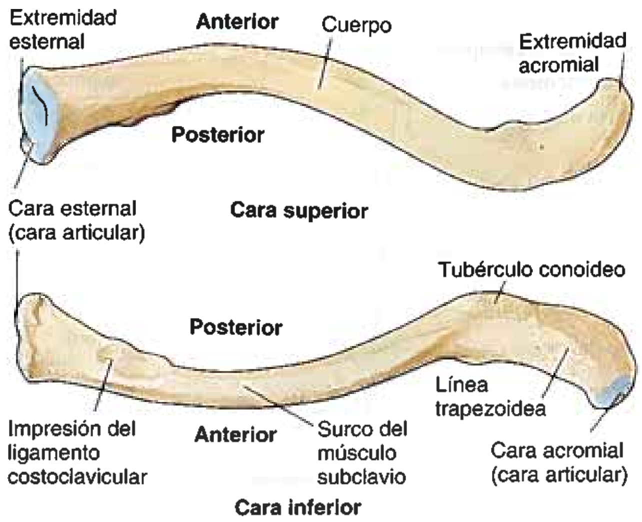


FIGURA 6-4. Clavícula derecha. Características destacables de las caras superior e inferior de la clavícula. Este hueso actúa como un soporte móvil (travesaño de sostén) que conecta el miembro superior al tronco; su longitud permite al miembro girar alrededor del tronco.

la pared torácica mediante la «unión escapulotorácica»[1], con lo que aumenta la amplitud de movimientos del miembro. La fijación del puntal en posición, especialmente después de su elevación, facilita la ascensión de las costillas para una inspiración profunda.

- Forma uno de los límites óseos del *conducto cervicoaxilar* (vía de paso entre el cuello y el brazo), de modo que proporciona protección al paquete vasculonervioso que irriga, drena e inerva al miembro superior.
- Transmite los golpes (impactos traumáticos) del miembro superior al esqueleto axial.

Aunque se le considera un hueso largo, la clavícula carece de cavidad medular. Está formada por hueso esponjoso (trabecular) y una cubierta de hueso compacto.

La **cara superior** de la clavícula, situada justo por debajo de la piel y el músculo platisma (del griego, plato llano) en el tejido subcutáneo, es lisa.

La **cara inferior** de la clavícula es rugosa porque unos potentes ligamentos la unen a la 1.ª costilla cerca de su extremidad esternal y otros suspenden la escápula en su extremidad acromial. En el **tubérculo conoideo,** situado cerca de la extremidad acromial de la clavícula (fig. 6-4), se inserta el *ligamento conoideo,* que es el segmento medial del *ligamento coracoclavicular* por el cual el resto del miembro superior queda suspendido pasivamente de la clavícula. También, cerca de la extremidad acromial de la clavícula se encuentra la **línea trapezoidea,** donde se inserta el *ligamento trapezoideo,* que es la parte lateral del ligamento coracoclavicular.

El **surco del subclavio,** en el tercio medial del cuerpo de la clavícula, es el sitio de inserción del músculo subclavio. Más medialmente se encuentra la **impresión del ligamento costoclavicular,** un área ovalada rugosa y con frecuencia deprimida, donde se inserta el ligamento que une la 1.ª costilla a la clavícula y, como resultado, limita la elevación del hombro.

Escápula

La **escápula** es un hueso triangular plano que se encuentra en la cara posterolateral del tórax y descansa sobre las costillas 2.ª a 7.ª (v. fig. I-11, p. 20). La **espina de la escápula** es una gruesa proyección ósea que divide de forma asimétrica la **cara posterior** de la escápula, convexa, en una **fosa supraespinosa,** de pequeño tamaño, y una **fosa infraespinosa,** mucho mayor (fig. 6-5A). La **cara costal** cóncava de la mayor parte de la escápula presenta una amplia **fosa subescapular.** Las amplias superficies óseas de las tres fosas proporcionan inserción para gruesos músculos. El **cuerpo de la escápula,** triangular, es delgado y translúcido superior e inferiormente a la espina de la escápula, aunque sus bordes, especialmente el lateral, son algo más gruesos. La espina de la escápula se continúa lateralmente con una expansión plana denominada **acromion** (del griego *akros,* punto más elevado), que forma el punto subcutáneo más elevado del hombro y se articula con la extremidad acromial de la clavícula. El **tubérculo deltoideo** de la espina de la escápula es una prominencia que marca el punto medial de inserción del deltoides. La espina de la escápula y el acromion sirven de brazo de palanca para los músculos que se insertan en ellos, en particular el trapecio.

Como el acromion es una extensión lateral de la escápula, la articulación acromioclavicular se encuentra en situación lateral a la masa de la escápula y a los músculos que se le insertan (fig. 6-5C). La *articulación del hombro,* que es sobre la que estos músculos actúan, es casi directamente inferior a la articulación acromioclavicular; en consecuencia, la masa escapular se encuentra equilibrada con la del miembro libre, y la estructura de donde cuelgan (ligamento coracoclavicular) se localiza entre ambas.

Superolateralmente, la cara lateral de la escápula tiene una **cavidad glenoidea** (del griego, receptáculo) que contacta y se articula con la cabeza del húmero en la articulación del hombro (fig. 6-5A y C). La cavidad glenoidea es una fosa poco profunda, cóncava y ovalada, que se orienta anterolateralmente y en sentido ligeramente ascendente; su tamaño es considerablemente inferior al de la cabeza del húmero, para la que actúa de receptáculo. La **apófisis coracoides,** semejante a un pico (del griego *korakōdēs,* como el pico de un cuervo), se sitúa en posición superior a la cavidad glenoidea y se proyecta anterolateralmente. Por su tamaño, forma y dirección, esta apófisis también recuerda a un dedo doblado que apunta hacia el hombro y en cuyo nudillo tiene su inserción inferior el sistema de sujeción pasiva constituido por el ligamento coracoclavicular.

La escápula presenta un borde medial, uno lateral y uno superior, y un ángulo superior, uno lateral y uno inferior (fig. 6-5B). Cuando el cuerpo de la escápula se encuentra en posición anatómica, su delgado **borde medial** discurre en dirección paralela y a unos 5 cm de distancia lateralmente respecto a las apófisis espinosas de las vértebras torácicas, por lo que también se suele denominar *borde vertebral* (fig. 6-5B). El **borde lateral** parte del ángulo inferior de la escápula y se dirige superolateralmente hacia el vértice de

---

[1] La unión *escapulotorácica* es una «articulación» fisiológica ya que en su movimiento están implicadas estructuras musculoesqueléticas (la escápula y sus músculos asociados y la pared torácica), y no una articulación anatómica en la cual participarían directamente elementos esqueléticos. La unión escapulotorácica es donde tienen lugar los movimientos escapulares de elevación-descenso, protracción-retracción y rotación.

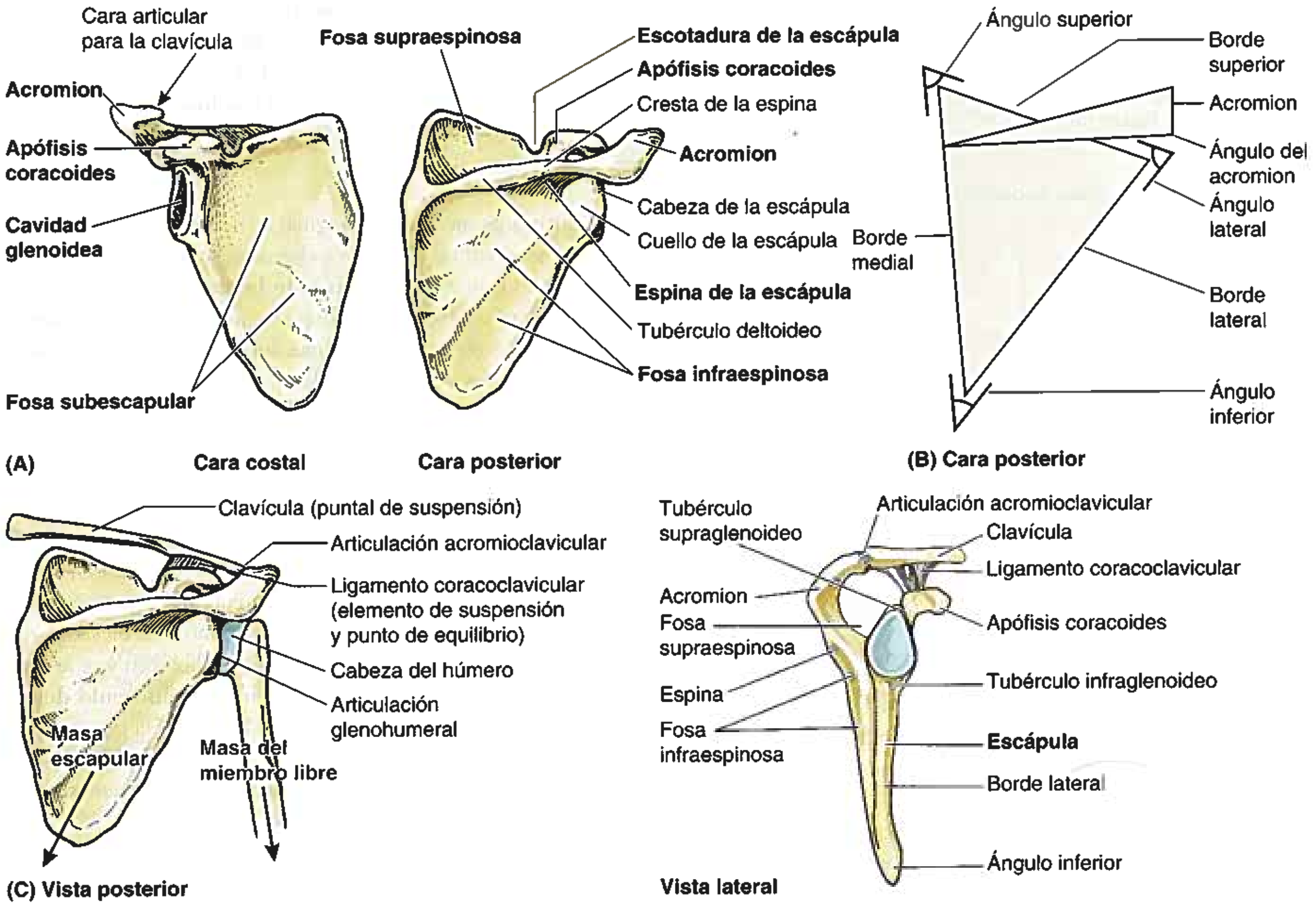

Cara articular para la clavícula
Acromion
Apófisis coracoides
Cavidad glenoidea
Fosa subescapular
Fosa supraespinosa
Escotadura de la escápula
Apófisis coracoides
Cresta de la espina
Acromion
Cabeza de la escápula
Cuello de la escápula
Espina de la escápula
Tubérculo deltoideo
Fosa infraespinosa
(A)
Cara costal
Cara posterior
Ángulo superior
Borde superior
Acromion
Ángulo del acromion
Ángulo lateral
Borde medial
Borde lateral
Ángulo inferior
(B) Cara posterior
Clavícula (puntal de suspensión)
Articulación acromioclavicular
Ligamento coracoclavicular (elemento de suspensión y punto de equilibrio)
Cabeza del húmero
Articulación glenohumeral
Masa escapular
Masa del miembro libre
(C) Vista posterior
Tubérculo supraglenoideo
Articulación acromioclavicular
Clavícula
Ligamento coracoclavicular
Acromion
Fosa supraespinosa
Apófisis coracoides
Tubérculo infraglenoideo
Espina
Fosa infraespinosa
Escápula
Borde lateral
Ángulo inferior
Vista lateral

FIGURA 6-5. Escápula derecha. A. Características óseas de las caras costal y posterior de la escápula. **B.** Bordes y ángulos de la escápula. **C.** La escápula está suspendida de la clavícula por el ligamento coracoclavicular, que permite alcanzar un equilibrio entre el peso de la escápula y los músculos que se insertan en ella más la actividad muscular, medialmente, y el peso del miembro libre lateralmente.

la axila, por lo que también se suele denominar *borde axilar.* Este borde lateral está formado por una gruesa barra ósea que impide que esta región de la escápula tan sometida a tensiones se doble.

El borde lateral termina en el truncado **ángulo lateral** de la escápula, que es la parte más gruesa del hueso y contiene el ensanchamiento formado por la **cabeza** de la escápula (fig. 6-5A). La cavidad glenoidea es el principal rasgo distintivo de dicha cabeza. El estrechamiento entre la cabeza y el cuerpo define al **cuello** de la escápula. El **borde superior** de la escápula está marcado cerca de la unión de sus dos tercios mediales con el tercio lateral por la **escotadura de la escápula,** que se sitúa en el lugar donde el borde superior se encuentra con la base de la apófisis coracoides. El superior es el más delgado y corto de los tres bordes.

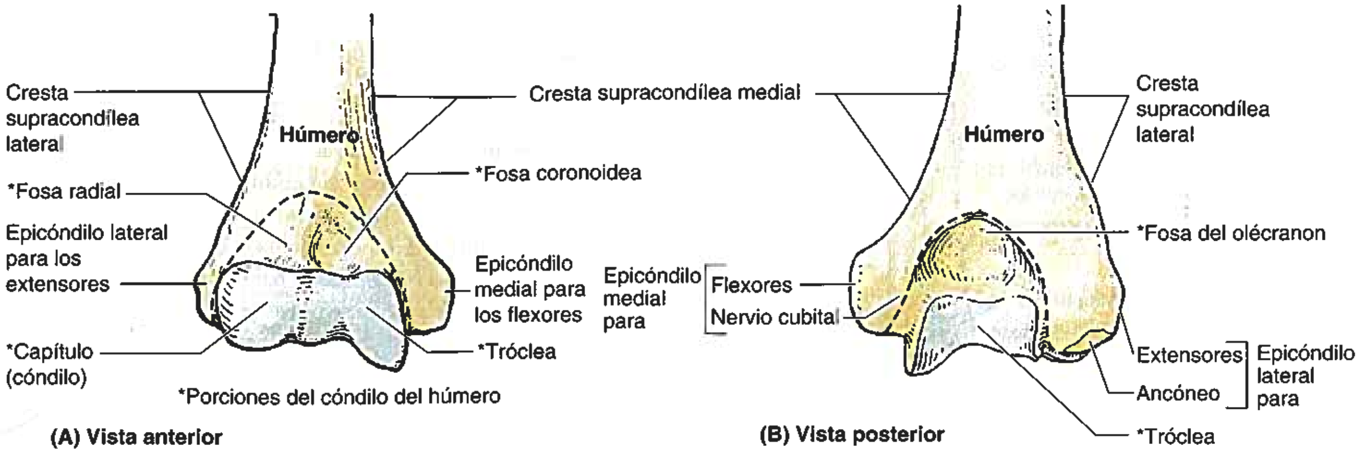
La escápula está dotada de una considerable amplitud de movimientos en la pared torácica gracias a la *articulación* fisiológica *escapulotorácica,* y constituye la base sobre la cual actúa el miembro superior. Estos movimientos, que permiten que el brazo se mueva libremente, se describen más adelante en este capítulo, en el apartado dedicado a los músculos que movilizan la escápula.

Húmero

El **húmero** (hueso del brazo) es el hueso más grande del miembro superior; se articula con la escápula en la articulación del hombro y con el radio y el cúbito en la articulación del codo (figs. 6-1 y 6-3). El extremo proximal del húmero está formado por una cabeza, los cuellos quirúrgico y anatómico, y los tubérculos mayor y menor. La **cabeza del húmero,** de forma esférica, se articula con la cavidad glenoidea de la escápula. El **cuello anatómico del húmero** está formado por el surco que circunscribe la cabeza y la separa de los tubérculos mayor y menor, e indica la línea donde se inserta la cápsula de la articulación del hombro. El **cuello quirúrgico del húmero,** que con frecuencia es lugar de fracturas, es la parte estrecha situada distalmente a la cabeza y los tubérculos (fig. 6-3B).

La unión de la cabeza y el cuello con el cuerpo del húmero está indicada por los tubérculos mayor y menor, que sirven de inserción y de punto de apoyo para algunos músculos escapulohumerales. El **tubérculo mayor** se encuentra en el margen lateral del húmero, mientras que el **tubérculo menor** se proyecta anteriormente desde el hueso. El **surco intertubercular (bicipital)** separa los dos tubérculos y proporciona un sitio de paso protegido para el delgado tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial.

El **cuerpo del húmero** tiene dos detalles importantes: la **tuberosidad deltoidea,** lateralmente, en la cual se inserta el músculo deltoides, y el oblicuo **surco del nervio radial (surco espiral),** posteriormente, por donde discurren el nervio radial y la arteria braquial profunda cuando pasan anteriores a la cabeza larga y entre las cabezas medial y lateral del músculo tríceps braquial. El


Cresta supracondílea lateral
Húmero
Cresta supracondílea medial
*Fosa radial
*Fosa coronoidea
Epicóndilo lateral para los extensores
Epicóndilo medial para los flexores
*Capítulo (cóndilo)
*Tróclea
*Porciones del cóndilo del húmero
Húmero
Cresta supracondílea lateral
*Fosa del olécranon
Epicóndilo medial para
Flexores
Nervio cubital
Extensores
Ancóneo
Epicóndilo lateral para
*Tróclea

(A) Vista anterior

(B) Vista posterior

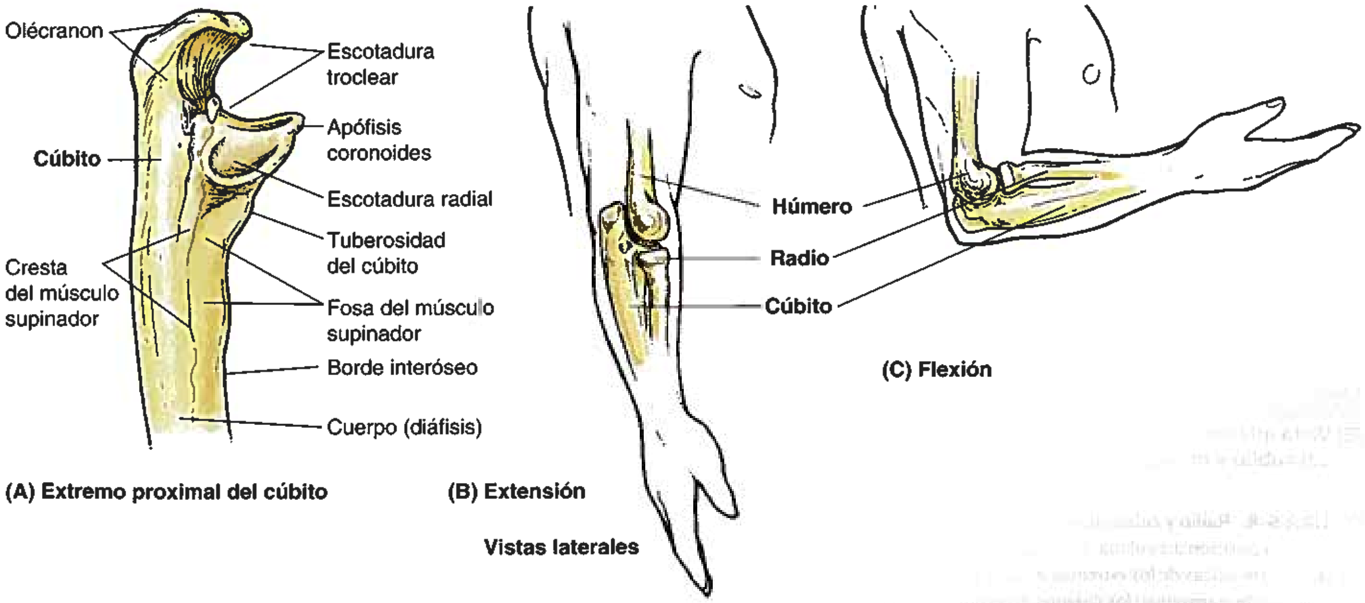
FIGURA 6-6. Extremo distal del húmero derecho. A y B. El cóndilo (cuyos límites están señalados por la *línea de puntos*) consta del capítulo (cóndilo), la tróclea y las fosas radial, coronoidea y del olécranon.

extremo inferior del cuerpo del húmero se ensancha a medida que se forman las afiladas **crestas supracondíleas** medial y lateral, que terminan distalmente en los prominentes **epicóndilos medial** y **lateral,** y proporcionan inserción a diversos músculos.

El extremo distal del húmero, integrado por la tróclea, el capítulo (cóndilo) y las fosas olecraneana, coroidea y radial, constituye el **cóndilo del húmero** (fig. 6-6). Está dotado de dos caras articulares: un **capítulo** (o cóndilo; del latín *capitulum,* cabecita) lateral que se articula con la cabeza del radio, y una **tróclea** (del latín, polea) medial que se articula con el extremo proximal (escotadura troclear) del cúbito. Por encima de la tróclea se encuentran dos zonas deprimidas, o fosas, que se dan la espalda mutuamente y hacen que el cóndilo del húmero sea considerablemente delgado entre los epicóndilos. En la cara anterior, la **fosa coronoidea** recibe a la apófisis coronoides del cúbito durante la flexión completa del codo. En la cara posterior, la **fosa olecraneana** acomoda al olécranon del cúbito durante la extensión completa del codo. Anterior y superiormente al capítulo se localiza la **fosa radial,** poco profunda, que acomoda al borde de la cabeza del radio cuando el antebrazo está completamente flexionado.

Huesos del antebrazo

Los dos huesos del antebrazo actúan conjuntamente para formar la segunda unidad de un puntal móvil articulado (su primera unidad es el húmero), con una base móvil integrada por el hombro, que posiciona la mano. Sin embargo, como esta unidad está formada por dos huesos paralelos de los cuales uno (el radio) puede pivotar alrededor del otro (el cúbito), son posibles movimientos de supinación y pronación que permiten rotar la mano cuando el codo está flexionado.


Olécranon
Cúbito
Escotadura troclear
Apófisis coronoides
Escotadura radial
Tuberosidad del cúbito
Cresta del músculo supinador
Fosa del músculo supinador
Borde interóseo
Cuerpo (diáfisis)
Húmero
Radio
Cúbito

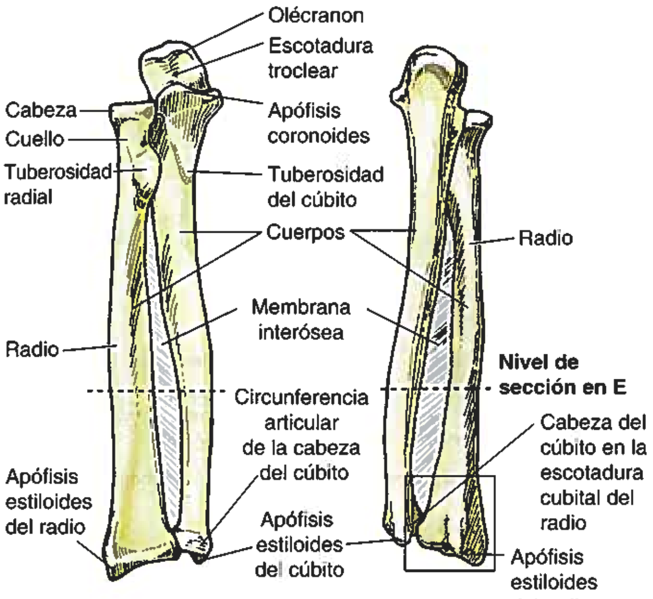
(A) Extremo proximal del cúbito

(B) Extensión

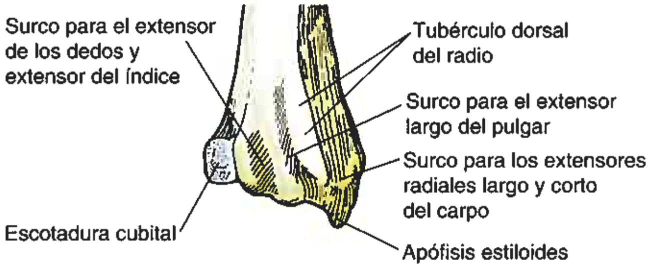
(C) Flexión

Vistas laterales

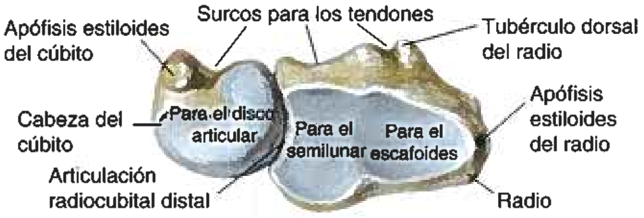
FIGURA 6-7. Huesos de la región del codo derecho. A. Porción proximal del cúbito. **B.** Huesos de la región del codo, mostrando la relación entre la porción distal del húmero y la proximal del cúbito y el radio durante la extensión de la articulación del codo. **C.** Relación del húmero y los huesos del antebrazo durante la flexión de la articulación del codo.


Olécranon
Escotadura troclear
Cabeza
Cuello
Apófisis coronoides
Tuberosidad radial
Tuberosidad del cúbito
Cuerpos
Radio
Membrana interósea
Radio
Nivel de sección en E
Circunferencia articular de la cabeza del cúbito
Cabeza del cúbito en la escotadura cubital del radio
Apófisis estiloides del radio
Apófisis estiloides del cúbito
Apófisis estiloides del radio

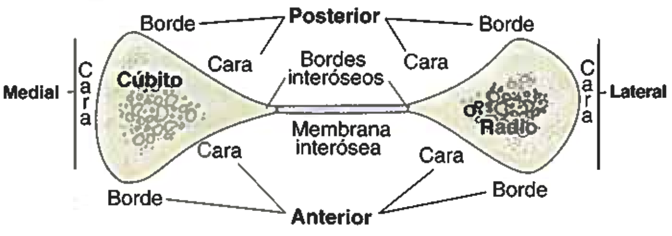
(A) Vista anterior **(B) Vista posterior**


Surco para el extensor de los dedos y extensor del índice
Tubérculo dorsal del radio
Surco para el extensor largo del pulgar
Surco para los extensores radiales largo y corto del carpo
Escotadura cubital
Apófisis estiloides

(C) Vista posterior del extremo distal del radio


Apófisis estiloides del cúbito
Surcos para los tendones
Tubérculo dorsal del radio
Cabeza del cúbito
Para el disco articular
Para el semilunar
Para el escafoides
Apófisis estiloides del radio
Articulación radiocubital distal
Radio

(D) Vista inferior de los extremos distales del húmero y el radio


Borde
Posterior
Borde
Cara
Bordes interóseos
Cara
Medial
Cara
Cúbito
Cara
Radio
Lateral
Membrana interósea
Cara
Cara
Borde
Anterior
Borde

(E) Vista inferior de una sección transversal de los cuerpos del cúbito y del radio, y de la membrana interósea

FIGURA 6-8. Radio y cúbito derechos. A y B. Se muestran el radio y el cúbito en su posición articulada, conectados por la membrana interósea. **C y D.** Características de los extremos distales de los huesos del antebrazo. **E.** En la sección transversal, los cuerpos del radio y del cúbito parecen casi imágenes especulares uno del otro en gran parte de los tercios medio y distal de su longitud.

CÚBITO

El **cúbito** es el hueso estabilizador del antebrazo, y de los dos huesos del antebrazo es el más largo y medial (figs. 6-7 y 6-8). Su extremo proximal, de mayor tamaño, se ha especializado para articularse con el húmero proximalmente y con la cabeza del radio lateralmente. Para articularse con el húmero, el cúbito está dotado de dos proyecciones prominentes: *1*) el **olécranon,** que se proyecta proximalmente desde su cara posterior (formando el punto más saliente del codo) y actúa como una corta palanca para la extensión del codo, y *2*) la **apófisis coronoides,** que se proyecta anteriormente.

El olécranon y la apófisis coronoides forman las paredes de la **escotadura troclear,** que de perfil recuerda a las mandíbulas de una llave inglesa que se cierra alrededor de (se articula con) la tróclea del húmero (fig. 6-7B y C). La articulación entre el cúbito y el húmero en general sólo permite movimientos de flexión y extensión del codo, aunque en la pronación y la supinación del antebrazo tiene lugar un cierto grado de abducción-aducción. Inferior a la apófisis coronoides se encuentra la **tuberosidad del cúbito,** en la cual se inserta el tendón del músculo braquial (fig. 6-7A).

En la cara lateral de la apófisis coronoides se halla una concavidad redondeada y lisa, la **escotadura radial,** que contacta con la periferia ensanchada de la cabeza del radio. Inferior a la escotadura radial, en la cara lateral del cuerpo del cúbito, se encuentra una cresta prominente: la **cresta del músculo supinador.** Entre ésta y la parte distal de la apófisis coronoides existe una concavidad denominada **fosa del supinador.** La parte más profunda del músculo supinador se inserta en la cresta y la fosa del supinador.

El **cuerpo del cúbito** es grueso y cilíndrico proximalmente, pero su diámetro disminuye progresivamente a medida que avanza en dirección distal (fig. 6-8A). En su estrecho extremo distal se encuentra la **cabeza del cúbito,** un pequeño pero abrupto abultamiento con forma de disco con la pequeña y cónica **apófisis estiloides del cúbito.** El cúbito no alcanza la articulación radiocarpiana, por lo que no interviene en ella.

RADIO

El **radio** es el más corto y lateral de los dos huesos del antebrazo. Su extremo proximal consta de una cabeza corta, un cuello y una tuberosidad que se dirige medialmente (fig. 6-8A). Proximalmente, la lisa cara superior de la **cabeza del radio** es cóncava para articularse con el capítulo (cóndilo) del húmero durante la flexión y la extensión de la articulación del codo. La cabeza también se articula periféricamente con la escotadura radial del cúbito, y por ello se encuentra recubierta de cartílago articular.

El **cuello del radio** es una constricción distal a la cabeza. La **tuberosidad del radio,** de forma ovalada, es distal a la parte medial del cuello y marca el límite entre el extremo proximal (cabeza y cuello) y el cuerpo del radio.

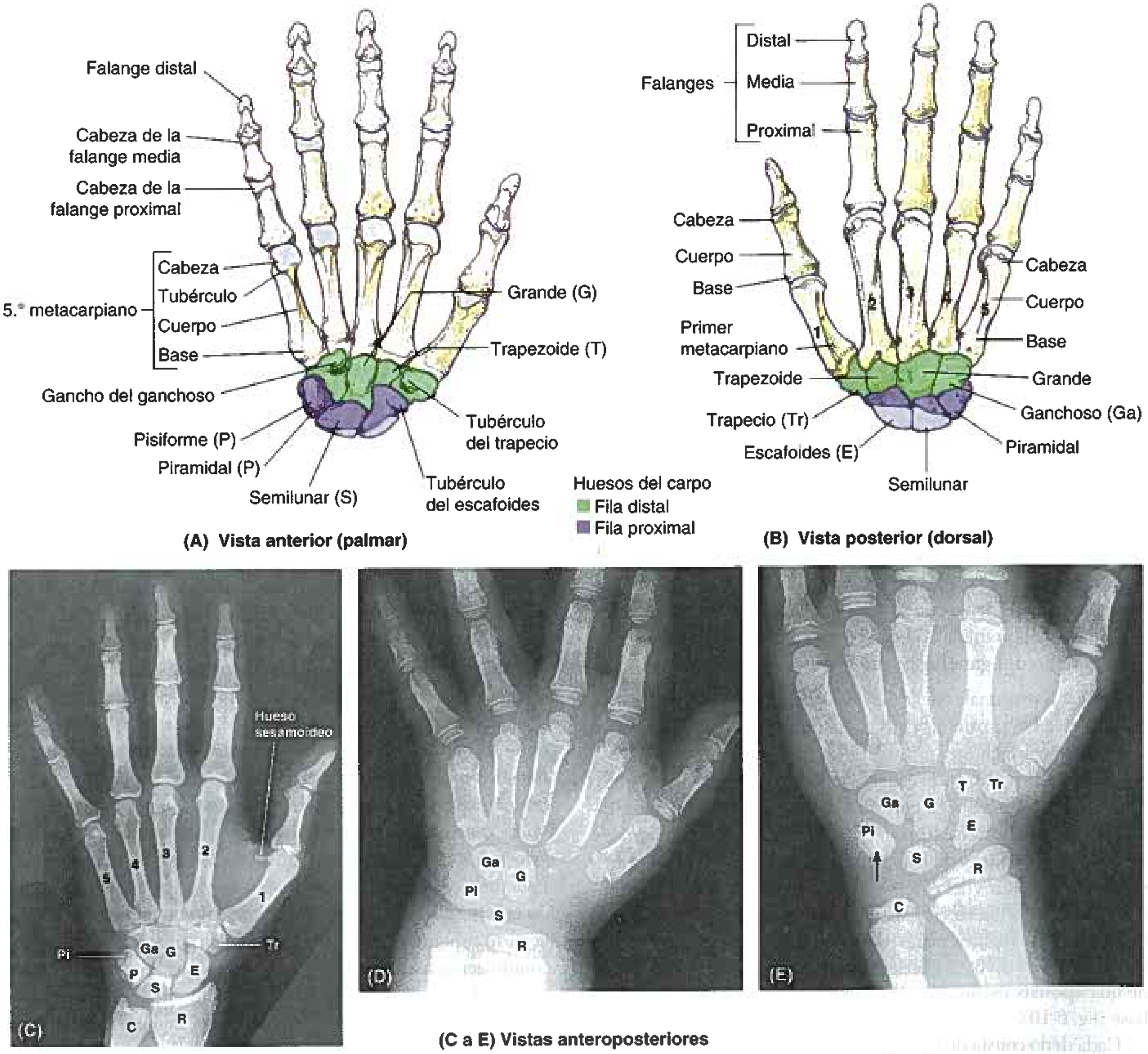
El **cuerpo del radio,** en contraste con el del cúbito, se ensancha progresivamente a medida que avanza en dirección distal. El extremo distal del radio tiene esencialmente cuatro caras si se observa en una sección transversal. Su cara medial forma una concavidad, la **escotadura cubital** (fig. 6-8C y D), en la cual se acomoda la cabeza del cúbito. Su cara lateral adopta una forma de cresta cada vez más acusada para terminar distalmente en la **apófisis estiloides del radio.**

El **tubérculo dorsal del radio** se proyecta dorsalmente y se sitúa entre dos de los surcos poco profundos por los que pasan los tendones de los músculos posteriores del antebrazo. La apófisis estiloides del radio es mayor y más distal lejos que la del cúbito. Esta relación es clínicamente relevante en las fracturas del cúbito y/o el radio.

La sección transversal de los cuerpos del radio y el cúbito es esencialmente triangular en la mayor parte de su longitud, con una base redondeada que se orienta hacia la superficie y un vértice afilado que penetra en profundidad (fig. 6-8A y E). Estos vértices corresponden a la vista en sección del afilado **borde interóseo del radio o del cúbito,** que se conectan con la delgada y fibrosa **membrana interósea del antebrazo** (fig. 6-8A, B y E). La mayoría de las fibras de la membrana interósea son oblicuas, ya que cuando se extienden medialmente desde el radio hacia el cúbito se orientan también en dirección inferior (fig. 6-8A y B). Esta disposición les permite transmitir al cúbito y luego al húmero las fuerzas procedentes de las manos que recibe el radio.

Huesos de la mano

El **carpo,** o **muñeca,** está compuesto por ocho **huesos carpianos** dispuestos en dos filas de cuatro, una proximal y una distal


Falange distal
Cabeza de la falange media
Cabeza de la falange proximal
5.° metacarpiano
Cabeza
Tubérculo
Cuerpo
Base
Gancho del ganchoso
Pisiforme (P)
Piramidal (P)
Semilunar (S)
Tubérculo del escafoides
Tubérculo del trapecio
Trapezoide (T)
Grande (G)
Huesos del carpo
🟩 Fila distal
🟪 Fila proximal
Falanges
Distal
Media
Proximal
Cabeza
Cuerpo
Base
Primer metacarpiano
Trapezoide
Trapecio (Tr)
Escafoides (E)
Semilunar
Piramidal
Ganchoso (Ga)
Grande
Base
Cuerpo
Cabeza
1
2
3
4
5
Hueso sesamoideo
5
4
3
2
1
Pi
Ga
G
Tr
P
E
S
C
R
(C)
Ga
G
Pi
S
R
(D)
T
Tr
Ga
G
Pi
E
S
R
C
(E)

(A) Vista anterior (palmar)

(B) Vista posterior (dorsal)

(C a E) Vistas anteroposteriores

FIGURA 6-9. Huesos de la mano derecha. A a **C.** El esqueleto de la mano consta de tres segmentos: los huesos carpianos del carpo (subdivididos a su vez en filas distal y proximal), los metacarpianos de la palma y las falanges de los dedos. C, cúbito; R, radio. **D.** Extremo distal del antebrazo y mano de un niño de 2,5 años de edad. Son visibles los centros de osificación de sólo cuatro huesos del carpo. Obsérvese la epífisis distal del radio (R). **E.** Extremo distal del antebrazo y mano de un niño de 11 años de edad. Son visibles los centros de osificación de todos los huesos del carpo. La *flecha* señala el pisiforme situado sobre la cara anterior del piramidal. La epífisis distal del cúbito está osificada, pero las placas *(líneas)* epifisarias permanecen abiertas (es decir, aún están sin osificar). (C y D por cortesía del Dr. D. Armstrong, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada).

(fig. 6-9A a C). Estos pequeños huesos proporcionan flexibilidad al carpo. El carpo es marcadamente convexo de lado a lado en su cara posterior y cóncavo en la anterior. Las dos filas de huesos carpianos se deslizan una sobre otra, y así aumenta la amplitud de movimientos de la articulación radiocarpiana; además, cada hueso se desliza sobre los que le son adyacentes.

De lateral a medial, los cuatro huesos de la fila proximal del carpo (en color morado en la fig. 6-9A y B) son:

- **Escafoides** (del griego *skaphé,* esquife, barca): tiene forma de barca, se articula proximalmente con el radio y está dotado del prominente **tubérculo del escafoides.** Es el más grande de la fila proximal de huesos carpianos.
- **Semilunar:** con forma de media luna y situado entre el escafoides y el piramidal. Se articula proximalmente con el radio y es más ancho en su cara anterior que en la posterior.
- **Piramidal:** con forma de pirámide y situado en la cara medial del carpo. Se articula proximalmente con el disco articular de la articulación radiocubital distal.
- **Pisiforme** (del latín *pisum,* guisante): pequeño y con forma de guisante. Se localiza en la cara palmar del piramidal.

De lateral a medial, los cuatro huesos de la fila distal del carpo (en color verde en la fig. 6-9A y B) son:

- **Trapecio** (del griego *trapeze,* tabla): con cuatro lados y situado en la parte lateral del carpo. Se articula con los dos primeros metacarpianos, el escafoides y el trapezoide.
- **Trapezoide:** con forma de cuña y similar al trapecio. Se articula con el segundo metacarpiano, el trapecio, el hueso grande y el escafoides.
- **Capitado o grande** (del latín *caput,* cabeza): con forma de cabeza y un extremo redondeado. Es el hueso más grande del carpo. Se articula con el 3.er metacarpiano distalmente y con el trapezoide, el escafoides, el semilunar y el ganchoso.
- **Ganchoso:** con forma de cuña y situado en la parte medial de la mano. Se articula con el 4.º y el 5.º metacarpianos, el hueso grande y el piramidal. Se caracteriza por su apófisis ganchosa, el **gancho del ganchoso,** que se extiende anteriormente.

Las caras proximales de la fila distal de huesos del carpo se articulan con la fila proximal, y sus caras distales se articulan con los huesos metacarpianos.

El **metacarpo** forma el esqueleto de la palma de la mano entre el carpo y las falanges. Está constituido por los cinco **huesos metacarpianos.** Cada metacarpiano consta de una base, un cuerpo, y una cabeza. Las **bases de los metacarpianos,** proximales, se articulan con los huesos del carpo, y las **cabezas de los metacarpianos,** distales, lo hacen con las falanges proximales formando los nudillos. El 1.er metacarpiano (del pulgar) es el más grueso y corto de estos huesos. El 3.er metacarpiano se distingue por estar dotado de una **apófisis estiloides,** que se localiza en la cara lateral de su base (fig. 6-10).

Cada dedo consta de tres **falanges,** excepto el primero (el pulgar) que sólo tiene dos (aunque son más gruesas que las del resto de los dedos). Cada una de las falanges está formada por una **base** proximal, un **cuerpo** y una **cabeza** distal (fig. 6-9). Las falanges proximales son las mayores, las medias tienen un tamaño intermedio, y las distales son las más pequeñas. Los cuerpos de las falanges se estrechan distalmente. Las falanges distales son aplanadas y se expanden en sus extremos distales para formar la base de los lechos ungueales.

OSIFICACIÓN DE LOS HUESOS DE LA MANO

Con frecuencia se utilizan radiografías del carpo y de la mano para determinar la edad esquelética. Cuando se llevan a cabo estudios clínicos, las radiografías se comparan con una serie de patrones en un atlas radiográfico del desarrollo esquelético, y ello permite determinar la edad esquelética. Los centros de osificación suelen ser visibles durante el primer año de vida, aunque pueden aparecer ya antes del nacimiento. En general, cada hueso del carpo se osifica a partir de un único centro después del nacimiento (fig. 6-9D). Los centros de osificación del hueso grande y el ganchoso son los primeros en aparecer.

Durante la vida fetal empiezan a osificarse los cuerpos de todos los metacarpianos, y después del nacimiento aparecen centros de osificación en las cabezas de los cuatro metacarpianos mediales y en la base del 1.er metacarpiano. A los 11 años de edad ya son visibles los centros de osificación de todos los huesos carpianos (fig. 6-9E).

Anatomía de superficie de los huesos del miembro superior

La mayoría de los huesos del miembro superior presenta un segmento o superficie palpable (con las notables excepciones del semilunar y el trapezoide), y ello permite al examinador experimentado detectar anomalías debidas a traumatismos (fracturas o luxaciones) o malformaciones (fig. 6-10).

La *clavícula* es subcutánea y se puede palpar fácilmente en toda su longitud. Su extremidad esternal se proyecta superiormente al manubrio (fig. 6-10). Entre las elevadas extremidades esternales de las clavículas se encuentra la **escotadura yugular** (escotadura supraesternal). Con frecuencia, la extremidad acromial de la clavícula sobresale por encima del acromion y forma una elevación palpable a la altura de la *articulación acromioclavicular.* La extremidad acromial se puede palpar a 2-3 cm del borde lateral del acromion en dirección medial, en particular cuando se flexiona y se extiende el brazo alternativamente. Puede que una o ambas extremidades de la clavícula sean prominentes; si está presente, esta característica suele ser bilateral.

Es destacable la elasticidad de la piel que recubre la clavícula y la facilidad con que se puede formar un pliegue móvil al pellizcarla. Esta propiedad es útil cuando se pretende ligar la tercera porción de la arteria subclavia: se tira hacia abajo de la piel que recubre la parte superior de la clavícula y luego se practica una incisión; a continuación se deja que la piel vuelva a su posición original, donde recubre la arteria (y así no se la lesiona durante la incisión).

A medida que la clavícula progresa lateralmente se puede notar una convexidad anterior en su parte medial. Los grandes vasos y nervios del miembro superior discurren posteriores a esta convexidad. La aplanada extremidad acromial de la clavícula no alcanza el punto más elevado del hombro, formado por el extremo lateral del acromion de la escápula.

El *acromion* de la escápula es fácilmente palpable y con frecuencia visible, especialmente cuando el deltoides se contrae con-

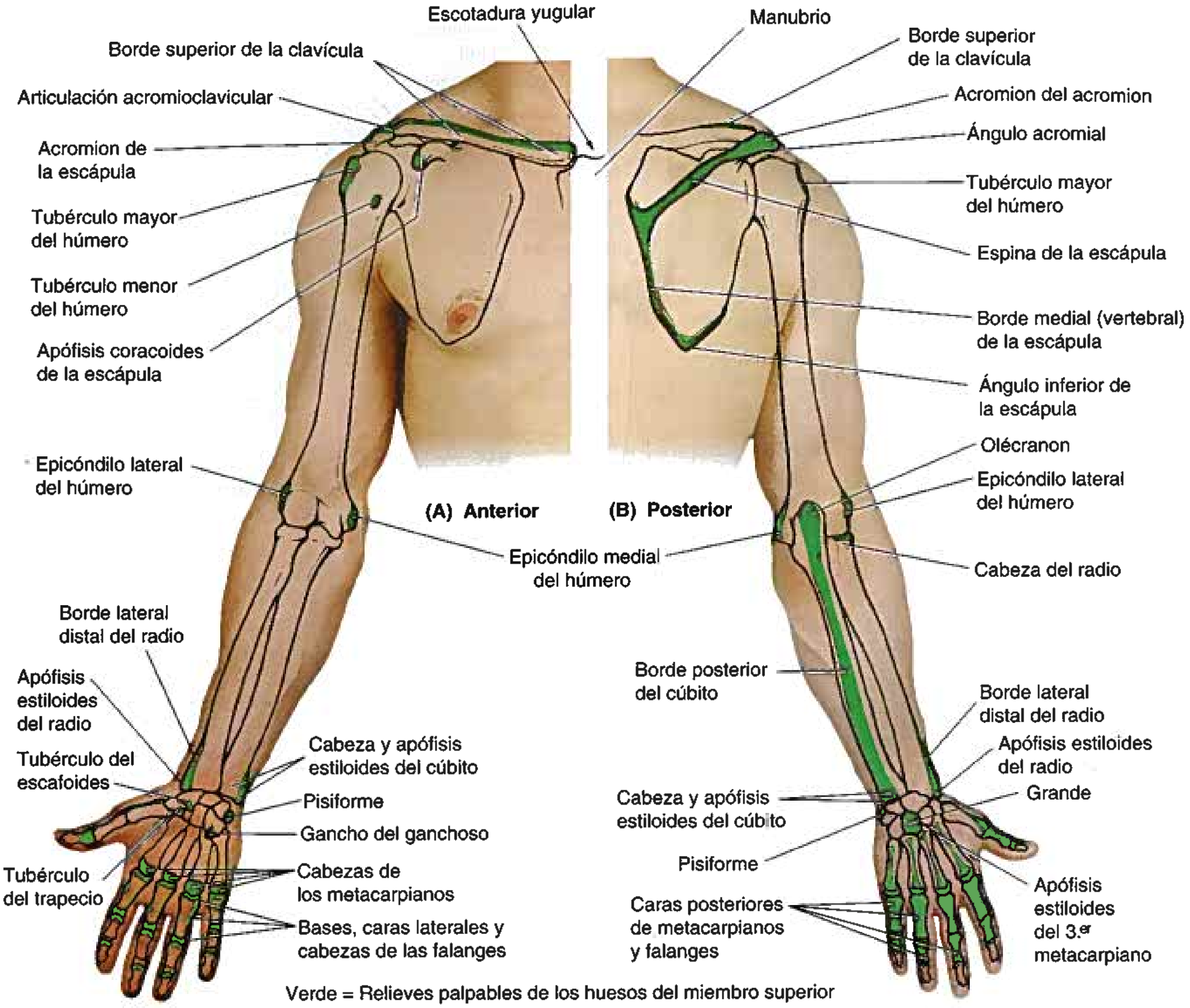

Escotadura yugular
Manubrio
Borde superior de la clavícula
Articulación acromioclavicular
Acromion de la escápula
Tubérculo mayor del húmero
Tubérculo menor del húmero
Apófisis coracoides de la escápula
Epicóndilo lateral del húmero
Borde superior de la clavícula
Acromion del acromion
Ángulo acromial
Tubérculo mayor del húmero
Espina de la escápula
Borde medial (vertebral) de la escápula
Ángulo inferior de la escápula
Olécranon
Epicóndilo lateral del húmero
(A) Anterior
(B) Posterior
Epicóndilo medial del húmero
Cabeza del radio
Borde lateral distal del radio
Apófisis estiloides del radio
Tubérculo del escafoides
Tubérculo del trapecio
Cabeza y apófisis estiloides del cúbito
Pisiforme
Gancho del ganchoso
Cabezas de los metacarpianos
Bases, caras laterales y cabezas de las falanges
Borde posterior del cúbito
Borde lateral distal del radio
Apófisis estiloides del radio
Grande
Cabeza y apófisis estiloides del cúbito
Pisiforme
Caras posteriores de metacarpianos y falanges
Apófisis estiloides del 3.er metacarpiano
Verde = Relieves palpables de los huesos del miembro superior

FIGURA 6-10. **Anatomía de superficie de los huesos del miembro superior.**

tra resistencia. La cara superior del acromion es subcutánea y se la puede reseguir medialmente a la articulación acromioclavicular. Los bordes lateral y posterior del acromion se juntan para formar el **ángulo del acromion** (fig. 6-10B). El húmero en la cavidad glenoidea y el *músculo deltoides* forman la curva redondeada del hombro. La **cresta de la espina de la escápula** es subcutánea en todo su recorrido y puede palparse fácilmente.

Cuando el miembro superior se encuentra en posición anatómica:

- El *ángulo superior de la escápula* se sitúa a la altura de la vértebra T2.
- El extremo medial de la raíz de la espina de la escápula se encuentra en posición opuesta a la apófisis espinosa de la vértebra T3.
- El *ángulo inferior de la escápula* se localiza a la altura de la vértebra T7, cerca del borde inferior de la 7.ª costilla y del 7.º espacio intercostal.

El *borde medial de la escápula* es palpable por debajo de la raíz de la espina de la escápula cuando cruza las costillas 3.ª a 7.ª; el *borde lateral de la escápula* no es fácil de palpar ya que se encuentra cubierto por los músculos redondo mayor y redondo menor. Cuando el miembro superior se encuentra en abducción y se coloca la mano en la parte posterior de la cabeza, la escápula rota para elevar la cavidad glenoidea, y en consecuencia el borde medial de la escápula se localiza en paralelo a la 6.ª costilla; esta característica se puede utilizar para determinar la posición de dicha costilla y, en profundidad a ésta, la de la fisura oblicua del pulmón. El *ángulo inferior de la escápula* es fácilmente palpable y a menudo visible. Se sujeta cuando se exploran los movimientos de la articulación del hombro para inmovilizar la escápula. La *apófisis coracoides de la escápula* se puede notar si se palpa profundamente en el borde lateral del *triángulo clavipectoral* (*deltopectoral*) (fig. 6-11).

La *cabeza del húmero* está rodeada por músculos excepto inferiormente; en consecuencia, sólo se puede palpar si se introducen los dedos bien arriba en la *fosa axilar*. El brazo no debe encontrarse en abducción completa, ya que en esa posición la fascia axilar se tensa e impide la palpación de la cabeza del húmero. Si se fija (se mantiene en posición) la escápula y se mueve el brazo, se puede palpar la cabeza del húmero.

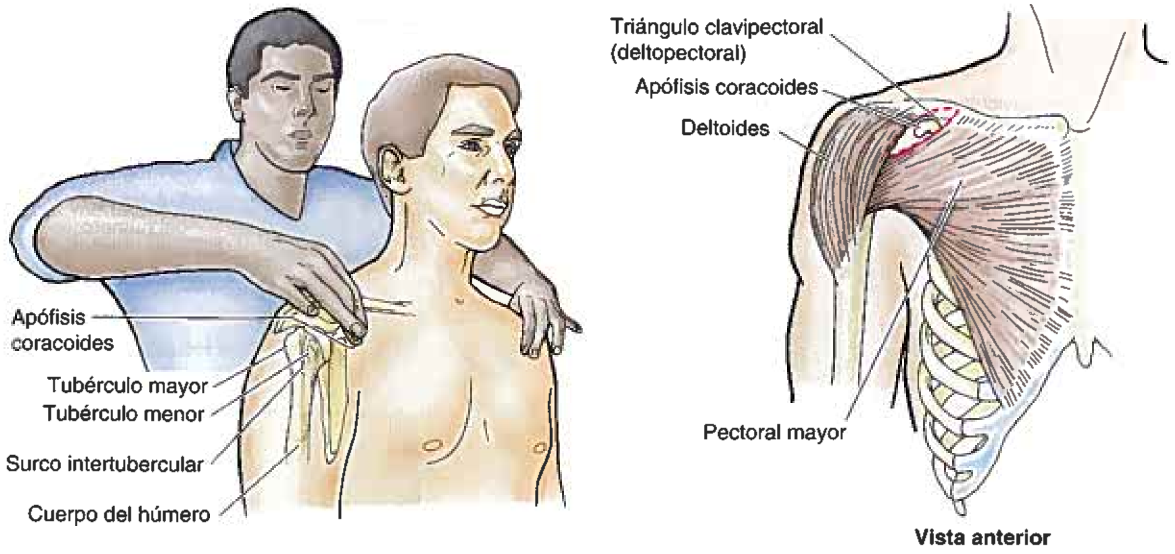


FIGURA 6-11. Palpación de la apófisis coracoides de la escápula.

El *tubérculo mayor del húmero* puede notarse si se deja que el brazo del sujeto cuelgue lateralmente, y se palpa en profundidad a través del músculo deltoides, inferior al borde lateral del acromion. En esta posición, el tubérculo mayor es el punto óseo más lateral del hombro y, junto con el deltoides, le confiere su contorno redondeado. En la abducción del brazo, el tubérculo mayor es arrastrado debajo del acromion y deja de poderse palpar.

El *tubérculo menor del húmero* puede notarse, aunque con dificultad, mediante palpación profunda a través del deltoides en la cara anterior del brazo, aproximadamente 1 cm en dirección lateral y ligeramente inferior al vértice de la apófisis coracoides. La rotación del brazo facilita la palpación de este tubérculo. La localización del *surco intertubercular*, entre los tubérculos mayor y menor, es identificable durante la flexión y la extensión de la articulación del codo si se palpa en dirección superior a lo largo del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial mientras éste se mueve a través del citado surco.

El *cuerpo del húmero* se puede identificar en grado variable a través de los músculos que lo rodean. Ninguna porción del segmento proximal del cuerpo del húmero es subcutánea.

Los epicóndilos medial y lateral del húmero son subcutáneos y fácilmente palpables en las caras medial y lateral de la región del codo. El *epicóndilo medial* tiene el aspecto de un pomo, se proyecta posteromedialmente y es más prominente que el lateral.

Cuando el codo está parcialmente flexionado, el *epicóndilo lateral* es visible. Cuando se encuentra en extensión completa, el epicóndilo lateral no se puede visualizar, pero sí palpar en profundidad a la depresión de la cara posterolateral del codo.

El *olécranon* del cúbito puede palparse con facilidad (fig. 6-12). Cuando la articulación del codo está extendida, obsérvese que el vértice del olécranon y los epicóndilos humerales se disponen en línea recta (fig. 6-12A y B). Cuando el codo está flexionado, el olécranon desciende hasta que su extremo forma el vértice de un triángulo aproximadamente equilátero cuyos ángulos de la base están representados por los epicóndilos (fig. 6-12C). Estas relaciones normales son importantes en el diagnóstico de ciertas lesiones del codo (p. ej., luxación de la articulación del codo).

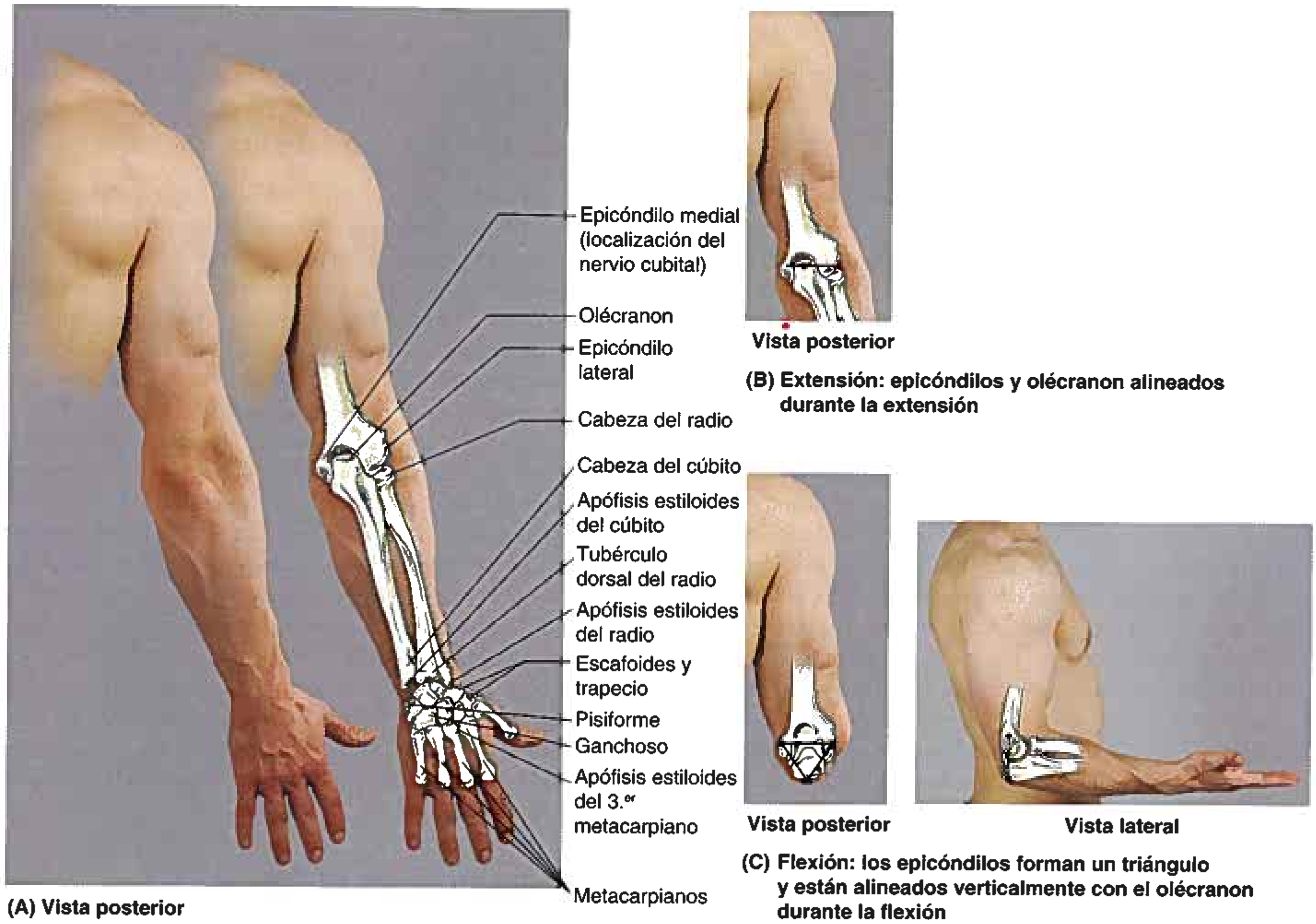
El *borde posterior del cúbito*, palpable a lo largo de todo el antebrazo, marca el límite posteromedial entre los compartimientos flexor-pronador y extensor-supinador del antebrazo. La *cabeza del cúbito* forma una gran prominencia subcutánea redondeada fácilmente visible y palpable en el lado medial de la cara dorsal del carpo, en especial cuando la mano se encuentra en pronación. La puntiaguda *apófisis estiloides del cúbito*, también subcutánea, puede notarse ligeramente distal a la redondeada cabeza del cúbito cuando la mano se encuentra en supinación.

Es posible palpar y notar la rotación de la *cabeza del radio* en la depresión de la cara posterolateral del codo extendido, justo en posición distal al epicóndilo lateral del húmero. También se puede palpar la cabeza del radio cuando rota durante la pronación y la supinación del antebrazo. El **nervio cubital** se nota como un grueso cordón que pasa por detrás del epicóndilo medial del húmero; si se presiona en esta localización se puede desencadenar una desagradable sensación («hueso de la risa»).

La *apófisis estiloides del radio*, de mayor tamaño y aproximadamente 1 cm más distal que la del cúbito, puede palparse fácilmente en la *tabaquera anatómica*, en la cara lateral del carpo (fig. 6-65A). Es más fácil de localizar con el pulgar en abducción. Se encuentra rodeada por los tendones de los músculos del pulgar. Como la apófisis estiloides del radio se extiende más distalmente que la del cúbito, la mano se puede desviar más hacia el lado cubital que hacia el radial.

Las relaciones de las apófisis estiloides radial y cubital son importantes en el diagnóstico de ciertas lesiones del carpo (p. ej., la fractura de Colles). Proximalmente a la apófisis estiloides del radio se pueden palpar varios centímetros de las caras anterior, lateral y posterior del radio. El *tubérculo dorsal del radio* es fácil de notar aproximadamente en medio de la cara dorsal del extremo distal del radio; esta estructura actúa de polea para el tendón del extensor largo del pulgar, que pasa medialmente a ella.

El *pisiforme* es distinguible en la cara anterior del borde medial del carpo y puede desplazarse de lado a lado cuando la mano está relajada. El *gancho del ganchoso* se puede palpar mediante una presión profunda sobre el lado medial de la palma, aproximadamente


Epicóndilo medial (localización del nervio cubital)
Olécranon
Epicóndilo lateral
Cabeza del radio
Cabeza del cúbito
Apófisis estiloides del cúbito
Tubérculo dorsal del radio
Apófisis estiloides del radio
Escafoides y trapecio
Pisiforme
Ganchoso
Apófisis estiloides del 3.er metacarpiano
Metacarpianos
Vista posterior
Vista posterior
Vista lateral

(A) Vista posterior

(B) Extensión: epicóndilos y olécranon alineados durante la extensión

(C) Flexión: los epicóndilos forman un triángulo y están alineados verticalmente con el olécranon durante la flexión

FIGURA 6-12. **Anatomía de superficie de los huesos y formaciones óseas de la región del codo.**

2 cm distal y lateral al pisiforme. Los *tubérculos del escafoides* y *el trapecio* se pueden palpar en la base y la cara medial de la *eminencia tenar* (bola del pulgar) cuando la mano está en extensión.

A pesar de estar cubiertos por los tendones de los extensores largos de los dedos, los *metacarpianos* se pueden palpar en el dorso de la mano. Las cabezas de estos huesos forman los nudillos del puño, y la del 3.° es la más prominente de todas. La *apófisis estiloides del 3.er metacarpiano* se puede palpar aproximadamente a 3,5 cm del tubérculo dorsal del radio. Las caras dorsales de las falanges también son fáciles de palpar. Los nudillos de los dedos están formados por las cabezas de las falanges proximales y medias.

Cuando se mide el miembro superior o alguno de sus segmentos para compararlo con el contralateral o con patrones de normalidad en el crecimiento o el tamaño, los puntos de referencia más habituales son el ángulo del acromion, el epicóndilo lateral del húmero, la apófisis estiloides del radio y la punta del tercer dedo, y las determinaciones se llevan a cabo con el miembro relajado (colgando) y la palma dirigida anteriormente.

HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Lesiones del miembro superior

Debido a que los efectos discapacitantes de las lesiones del miembro superior, especialmente de la mano, son muy desproporcionados respecto a la extensión de la lesión, es de la máxima importancia comprender bien la estructura y la función de este miembro. Conocer su estructura sin comprender sus funciones es prácticamente inútil desde el punto de vista clínico, ya que el objetivo del tratamiento de un miembro lesionado es conservar o recuperar su función.

Variaciones de la clavícula

La clavícula presenta más variaciones de forma que la mayoría de los demás huesos largos. En ocasiones, la clavícula está perforada por un ramo del nervio supraclavicular. En los trabajadores manuales, la clavícula es más gruesa y más curva, y los puntos de inserción muscular están más marcados.

Fractura de la clavícula

La clavícula es uno de los huesos que se fractura con mayor frecuencia. Las fracturas de clavícula son especialmente frecuentes en los niños, y a menudo se deben a una fuerza indirecta transmitida desde una mano extendida, a través de los huesos del antebrazo y el brazo hacia el hombro, durante una caída. La fractura también puede ser el resultado de una caída directa sobre el hombro. La parte más débil de la clavícula se encuentra en la unión de los tercios medio y lateral.

Después de la fractura de la clavícula, el músculo esternocleidomastoideo eleva el fragmento medial del hueso (fig. C6-1). Como las clavículas tienen una localización subcutánea, el extremo del fragmento que se dirige superiormente es prominente, fácilmente palpable y/o visible. El músculo trapecio es incapaz de sostener en alto el fragmento lateral debido al peso del miembro superior, por lo que el hombro cae. Normalmente, el fuerte ligamento coracoclavicular impide la luxación de la articulación acromioclavicular. Las personas con fracturas de clavícula sostienen el miembro caído con el otro miembro. Además de estar descendido, el fragmento lateral de la clavícula puede ser traccionado medialmente por los músculos aductores del brazo, como el pectoral mayor. El cabalgamiento de los fragmentos óseos acorta la clavícula.

Las delgadas clavículas de los recién nacidos pueden fracturarse durante el parto cuando tienen la espalda ancha; sin embargo, los huesos suelen soldarse rápidamente. En los niños pequeños, la fractura de clavícula a menudo es incompleta, es decir, es una **fractura en tallo verde,** en la cual un lado del hueso está roto y el otro se comba. Se llama así a esta fractura debido a que las porciones de hueso no se separan; el hueso recuerda a una rama de árbol (tallo verde) fuertemente doblada pero sin desconectar.

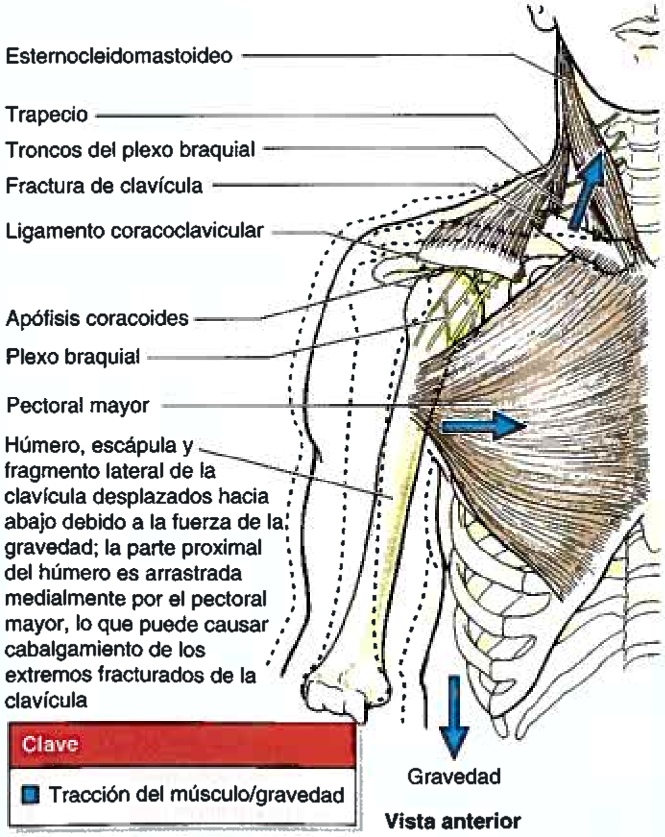

Esternocleidomastoideo
Trapecio
Troncos del plexo braquial
Fractura de clavícula
Ligamento coracoclavicular
Apófisis coracoides
Plexo braquial
Pectoral mayor
Húmero, escápula y fragmento lateral de la clavícula desplazados hacia abajo debido a la fuerza de la gravedad; la parte proximal del húmero es arrastrada medialmente por el pectoral mayor, lo que puede causar cabalgamiento de los extremos fracturados de la clavícula
Clave
■ Tracción del músculo/gravedad
Gravedad
Vista anterior

FIGURA C6-1. Fractura de la clavícula.

Osificación de la clavícula

La clavícula es el primer hueso largo que se osifica (mediante *osificación intramembranosa*). La osificación se inicia en las semanas 5.ª y 6.ª del desarrollo embrionario a partir de unos centros primarios medial y lateral que se encuentran próximos en el cuerpo de la clavícula. Posteriormente, las extremidades de la clavícula pasan por una fase cartilaginosa (*osificación endocondral*); los cartílagos forman zonas de crecimiento parecidas a las de otros huesos largos.

En la extremidad esternal aparece otro centro de osificación y forma una epífisis laminar que empieza a fusionarse con el cuerpo (diáfisis) entre los 18 y 25 años de edad, completándose la fusión entre los 25 y 31 años de edad. Es la última epífisis de los huesos largos que se fusiona. En la extremidad acromial puede encontrase una epífisis laminar todavía más pequeña; no debe confundirse con una fractura.

A veces no se produce la fusión de los dos centros de osificación de la clavícula; debido a ello, se forma un defecto óseo entre los tercios lateral y medial de la clavícula. Tener presente este posible defecto congénito de la clavícula evitará diagnosticar una fractura en una clavícula que por lo demás es normal. En caso de duda se radiografían ambas clavículas, ya que este defecto suele ser bilateral (Ger *et al.*, 1996).

Fractura de la escápula

La fractura de la escápula normalmente se debe a traumatismos graves, como en accidentes entre un peatón y un vehículo. Suele acompañarse de fracturas costales. La mayoría de estas fracturas precisa poco tratamiento, ya que la escápula está cubierta por músculos en ambos lados. En la mayor parte de casos las fracturas afectan al acromion, que protruye subcutáneamente.

Fracturas del húmero

La gran mayoría de las lesiones del extremo proximal del húmero son *fracturas del cuello quirúrgico.* Estas fracturas son especialmente frecuentes en las personas ancianas con *osteoporosis*, cuyos huesos desmineralizados son frágiles. La fractura del húmero provoca a menudo que uno de los fragmentos se introduzca en el hueso esponjoso del otro fragmento **(fractura impactada).** Las lesiones suelen ser consecuencia de una caída sin importancia sobre la mano, en la cual la fuerza es transmitida hacia arriba por los huesos del antebrazo del miembro extendido. Debido a la impactación de los fragmentos, la zona de fractura a veces es estable y la persona es capaz de mover pasivamente el brazo sin apenas dolor.

La **fractura por avulsión** *del tubérculo mayor del húmero* se observa típicamente en personas de mediana edad o edad avanzada (fig. C6-2A). Una pequeña porción del tubérculo del tendón es «avulsionada» (arrancada). La fractura suele deberse a una caída sobre el acromion, la punta del hombro. En personas más jóvenes, la fractura por avulsión del tubérculo mayor generalmente se

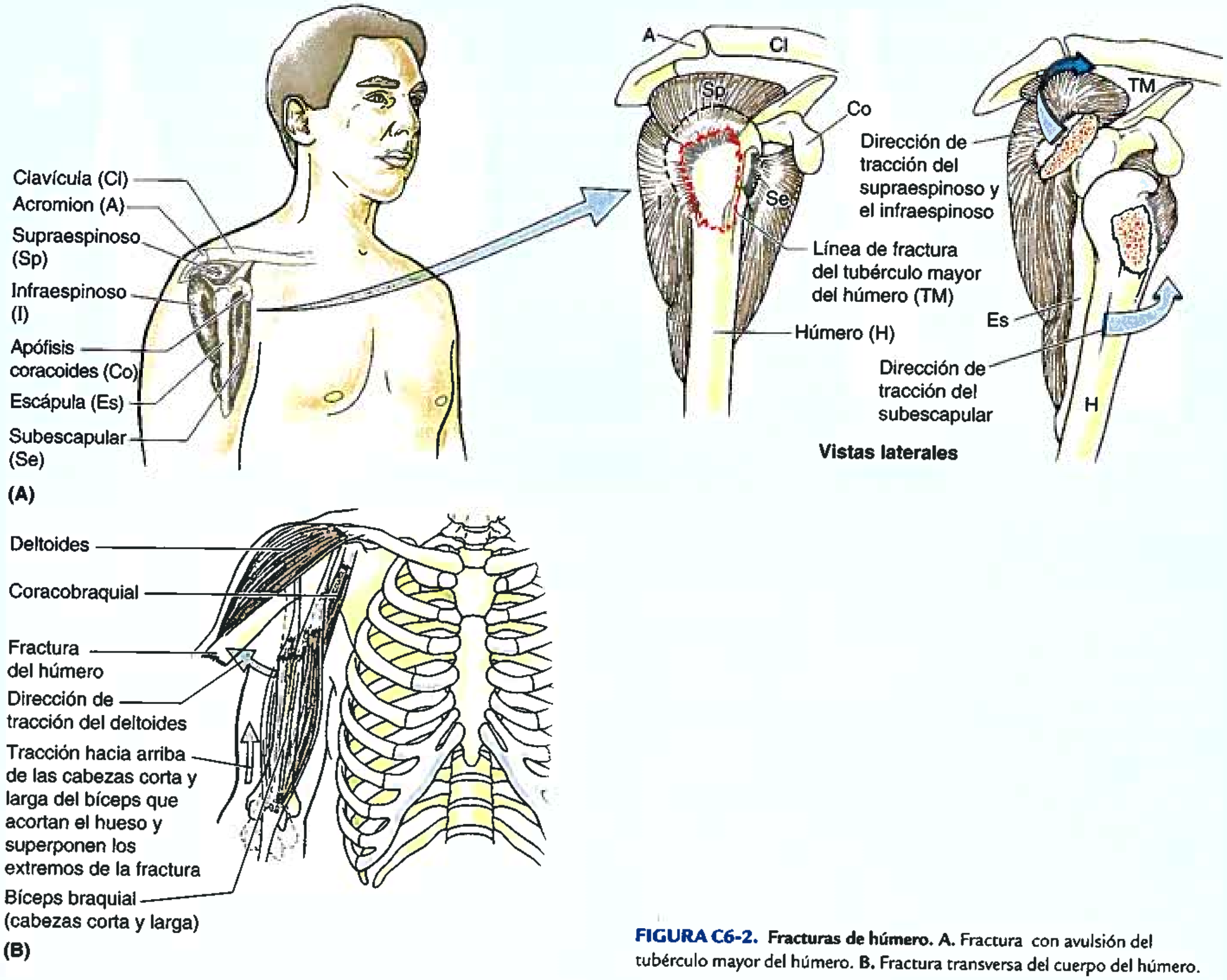

Clavícula (Cl)
Acromion (A)
Supraespinoso (Sp)
Infraespinoso (I)
Apófisis coracoides (Co)
Escápula (Es)
Subescapular (Se)
(A)
A
Cl
Sp
Co
Se
I
Dirección de tracción del supraespinoso y el infraespinoso
Línea de fractura del tubérculo mayor del húmero (TM)
Húmero (H)
TM
Es
Dirección de tracción del subescapular
H
Vistas laterales
Deltoides
Coracobraquial
Fractura del húmero
Dirección de tracción del deltoides
Tracción hacia arriba de las cabezas corta y larga del bíceps que acortan el hueso y superponen los extremos de la fractura
Bíceps braquial (cabezas corta y larga)
(B)

FIGURA C6-2. Fracturas de húmero. A. Fractura con avulsión del tubérculo mayor del húmero. **B.** Fractura transversa del cuerpo del húmero.

debe a una caída sobre la mano con el brazo abducido. Los músculos (especialmente el subescapular) que siguen insertados en el húmero tiran del miembro produciendo una rotación medial.

Las *fracturas transversas del cuerpo del húmero* se producen con frecuencia por un traumatismo directo sobre el brazo. La tracción del músculo deltoides desplaza el fragmento proximal lateralmente (fig. C6-2B). El traumatismo indirecto producido al caer sobre la mano extendida puede provocar una *fractura espiral del cuerpo del húmero.* El cabalgamiento de los extremos oblicuos del hueso fracturado puede determinar un acortamiento. Como el húmero está rodeado por músculos y tiene un periostio bien desarrollado, los fragmentos óseos suelen unirse bien.

La *fractura intercondílea del húmero* se produce tras una caída fuerte sobre el codo flexionado. El olécranon del cúbito se desplaza como una cuña entre las porciones medial y lateral del cóndilo, separando una parte o las dos del cuerpo del húmero.

Las siguientes porciones del húmero se encuentran en contacto directo con los nervios que se indican:

- Cuello quirúrgico: nervio axilar.
- Surco del nervio radial: nervio radial.
- Extremo distal del húmero: nervio mediano.
- Epicóndilo medial: nervio cubital.

Estos nervios pueden lesionarse cuando la parte correspondiente del húmero se fractura. Dichas lesiones se comentarán más adelante en este capítulo.

Fracturas del cúbito y el radio

Las fracturas conjuntas del cúbito y el radio son el resultado de fuertes traumatismos. Un traumatismo directo suele causar fracturas transversas al mismo nivel, a menudo en el tercio medio de los huesos. También se producen fracturas aisladas del cúbito o del radio. Dado que los cuerpos de estos huesos están firmemente unidos por la membrana interósea, es probable que una fractura de un hueso se asocie a la luxación de la articulación más cercana.

La *fractura del extremo distal del radio* es una fractura muy frecuente en personas mayores de 50 años y afecta más a las mujeres debido al debilitamiento de sus huesos por la *osteoporosis.* Una fractura transversa completa de los 2 cm distales del radio, denominada **fractura de Colles,** es la más habitual en el antebrazo

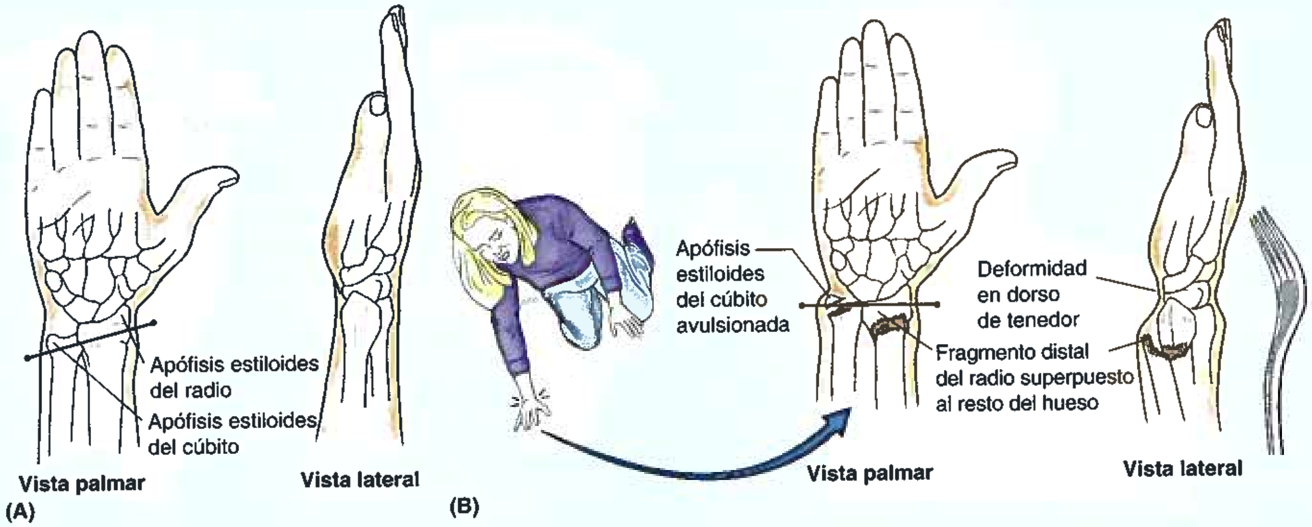

Apófisis estiloides del radio
Apófisis estiloides del cúbito
Vista palmar
(A)
Vista lateral
(B)
Apófisis estiloides del cúbito avulsionada
Deformidad en dorso de tenedor
Fragmento distal del radio superpuesto al resto del hueso
Vista palmar
Vista lateral

FIGURA C6-3. **Fractura distal de los huesos del antebrazo. A.** Articulación radiocarpiana normal. **B.** Fractura de Colles con una deformidad en dorso de tenedor.

(fig. C6-3). El fragmento distal del radio, a menudo **conminuto** (roto en fragmentos), es desplazado dorsalmente. La fractura está producida por la flexión dorsal forzada de la mano, en general como resultado de intentar mitigar una caída extendiendo el miembro superior.

A menudo, la apófisis estiloides del cúbito es **avulsionada** (arrancada). La apófisis estiloides del radio suele proyectarse más distalmente que la apófisis estiloides del cúbito (fig. C6-3A); en consecuencia, cuando se produce una fractura de Colles, esta relación se invierte debido al acortamiento del radio (fig. C6-3B). Es frecuente que este cuadro clínico se refiera como una *deformidad en dorso de tenedor* porque se produce una angulación posterior en el antebrazo justo proximal al carpo y la curvatura anterior normal de la mano relajada. El abombamiento posterior está producido por el desplazamiento posterior y la inclinación del fragmento distal del radio.

Los antecedentes habituales de una persona con fractura de Colles incluyen un resbalón o un tropezón y, en un intento por frenar el golpe, caer sobre el brazo extendido con el antebrazo y la mano pronados. Como el extremo distal del radio tiene una rica vascularización, el hueso suele soldar bien.

Cuando se produce una fractura del extremo distal del radio en el niño, la línea de fractura puede extenderse hasta la lámina epifisaria. Las *fracturas de la lámina epifisaria* son frecuentes en los niños mayores, ya que son comunes las caídas en las cuales se transmiten las fuerzas del impacto desde la mano hasta el radio y el cúbito. En el proceso de consolidación puede producirse una desalineamiento de la lámina epifisaria, con la consiguiente alteración del crecimiento del radio.

Fractura del escafoides

El escafoides es el hueso del carpo que se rompe con más frecuencia. Suele ser consecuencia de una caída sobre la palma de la mano con la mano abducida. La fractura ocurre a través de la parte estrecha del escafoides (fig. C6-4). El dolor se produce sobre todo en el lado lateral del carpo, especialmente durante la flexión dorsal y la abducción de la mano. Las radiografías iniciales del carpo puede que no revelen una fractura; a menudo, esta lesión se diagnostica (erróneamente) como una *luxación grave del carpo (de la muñeca)*.

Las radiografías realizadas 10-14 días más tarde demuestran una fractura, debido a que se ha producido resorción ósea. A causa de la mala irrigación de la parte proximal del escafoides, la unión de las partes fracturadas puede requerir como mínimo tres meses. Puede haber *necrosis avascular del fragmento proximal del escafoides* (muerte patológica del hueso a causa de la irrigación deficiente) y producirse *artrosis del carpo*. En algunos casos es necesario realizar una fusión quirúrgica de los huesos **(artrodesis).**

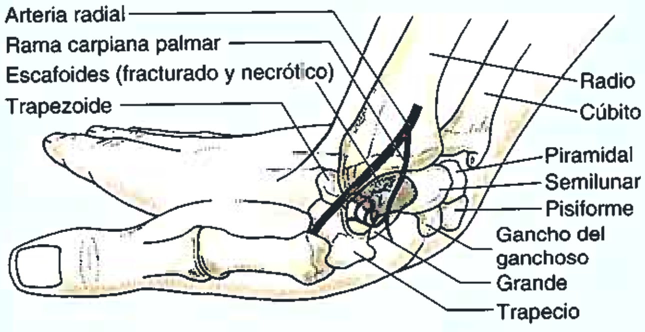

Arteria radial
Rama carpiana palmar
Escafoides (fracturado y necrótico)
Trapezoide
Radio
Cúbito
Piramidal
Semilunar
Pisiforme
Gancho del ganchoso
Grande
Trapecio

FIGURA C6-4. **Fractura del escafoides.**

Fractura del ganchoso

La fractura del hueso ganchoso puede cursar con una falta de unión de los fragmentos óseos debido a la tracción producida por los músculos que se insertan en él. Dado que el nervio cubital está cerca del gancho del ganchoso, es posible que se lesione en estas fracturas, lo que produce una disminución de la fuerza de prensión de la mano. La arteria cubital también puede lesionarse cuando se fractura el ganchoso.

Fractura de los metacarpianos

Los metacarpianos (excepto el 1.º) están estrechamente unidos entre sí; por ello, las fracturas aisladas suelen ser estables. Asimismo, estos huesos cuentan con una buena irrigación, por lo que sus fracturas suelen consolidar con rapidez. Los *traumatismos por fuerte aplastamiento de la mano* pueden producir múltiples fracturas metacarpianas, que provocan inestabilidad de la mano. La fractura del 5.º metacarpiano, que a menudo se conoce como *fractura del boxeador*, se produce cuando una persona no entrenada da un puñetazo a alguien con el puño cerrado y abducido. La cabeza del hueso rota sobre el extremo distal del cuerpo, produciendo una deformidad en flexión.

Fractura de las falanges

Las lesiones de las falanges distales por aplastamiento son frecuentes (p. ej., cuando se aprisiona un dedo con la puerta de un coche). Debido a la gran sensibilidad de los dedos, estas lesiones son extremadamente dolorosas. La fractura de una falange distal normalmente es conminuta y produce un hematoma (acumulación localizada de sangre) doloroso. Las fracturas de las falanges proximales y medias suelen ser el resultado de traumatismos por aplastamiento o hiperextensión. Debido a la estrecha relación de las fracturas de las falanges con los tendones flexores, es preciso alinear cuidadosamente los fragmentos óseos para restablecer la función normal de los dedos.

Puntos fundamentales

HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Comparación entre el miembro superior y el inferior. El desarrollo y la estructura de los miembros superiores e inferiores tienen mucho en común; no obstante, el miembro superior se ha convertido en un órgano móvil que permite a los seres humanos no sólo responder a su entorno, sino también manipularlo y controlarlo en gran medida. ♦ El miembro superior está compuesto por cuatro segmentos cada vez más móviles a medida que se progresa distalmente: los tres proximales (hombro, brazo y antebrazo) sirven principalmente para posicionar el cuarto (mano), que se utiliza para la prensión, la manipulación y el tacto. ♦ Cuatro características permiten el funcionamiento independiente de los miembros superiores, gracias al cual las manos se pueden posicionar con exactitud y tiene lugar una coordinación precisa entre la vista y las manos: *1)* los miembros superiores no están implicados en el soporte de peso ni en la deambulación, *2)* la cintura escapular está unida al esqueleto axial sólo anteriormente y mediante una articulación muy móvil, *3)* los huesos emparejados del antebrazo se pueden mover cada uno en relación con el otro, y *4)* las manos están dotadas de dedos largos y móviles y de un pulgar oponible.

Clavícula. La clavícula, situada subcutáneamente, conecta el miembro superior (esqueleto apendicular superior) con el tronco (esqueleto axial). ♦ La clavícula actúa como un puntal móvil, similar a una grúa, del cual penden la escápula y el miembro libre a una distancia del tronco que les otorga libertad de movimientos. ♦ Los golpes recibidos por el miembro superior (especialmente en el hombro) se transmiten a lo largo de la clavícula y provocan fracturas de ésta, con mayor frecuencia en sus tercios medio y lateral. ♦ La clavícula es el primer hueso largo que se osifica y el último que se forma completamente.

Escápula. La escápula constituye la base móvil sobre la que actúa el miembro superior libre. ♦ Este hueso plano triangular está curvado para adaptarse a la pared torácica y dispone de amplias áreas y bordes para la inserción de músculos. ♦ La acción de estos músculos consiste en: *1)* mover la escápula sobre la pared torácica en la unión escapulotorácica fisiológica y *2)* extenderse hacia el húmero proximal para mantener la integridad de (e inducir movimientos en) la articulación del hombro. ♦ La espina de la escápula y el acromion actúan como palancas; el acromion permite que la escápula y los músculos que en ella se insertan se localicen medialmente contra el tronco junto con las articulaciones acromioclavicular y del hombro, y ello les permite movimientos laterales con respecto al tronco. ♦ La apófisis coracoides de la escápula es el lugar de inserción del ligamento coracoclavicular (que sostiene pasivamente el miembro superior) y también de músculos (tendones).

Húmero. El largo y fuerte húmero es un puntal móvil (el primero de una serie de dos) que se utiliza para posicionar la mano a la altura y la distancia necesarias para maximizar su eficiencia. ♦ La cabeza esférica del húmero permite una gran variedad de movimientos de éste sobre su base escapular móvil; la tróclea y el capítulo de su extremo distal facilitan los movimientos trocleares del codo y, a la vez, el pivotamiento (trocoide) del radio. ♦ El largo cuerpo del húmero aumenta el radio de acción y configura una eficaz palanca que aplica potencia en el levantamiento de objetos; además, proporciona superficie para la inserción de músculos que actúan principalmente en el codo. ♦ Los epicóndilos (extensiones medial y lateral del cuerpo del húmero) proporcionan una superficie adicional para la inserción de músculos flexores y extensores del carpo.

Cúbito y radio. En conjunto, el cúbito y el radio configuran la segunda unidad de un puntal articulado (del cual la primera unidad es el húmero) que, proyectándose desde una base móvil (hombro) sirve para posicionar la mano. ♦ Como la unidad del antebrazo está formada por dos huesos paralelos y el radio puede pivotar alrededor del cúbito, son posibles movimientos de pronación y supinación de la mano cuando el codo está flexionado. ♦ Proximalmente, el cúbito (de mayor tamaño y en situación medial) forma la articulación principal con el húmero, mientras que distalmente el radio (más corto y en situación lateral) forma la articulación principal con la mano a través del carpo. ♦ El cúbito no alcanza el carpo, y por ello las fuerzas recibidas por la mano se transmiten del radio al cúbito a través de la membrana interósea.

Mano. Cada segmento del miembro superior aumenta la funcionalidad de su unidad distal: la mano. ♦ Localizada en el extremo libre de un puntal articulado que consta de dos unidades (brazo y antebrazo) y se proyecta desde una base móvil (hombro), la mano puede adoptar una amplia variedad de posiciones en relación con el tronco. ♦ Gracias a la conexión que establece la mano con el puntal flexible a través de los múltiples huesos de pequeño tamaño que forman el carpo, y a la capacidad de pivotamiento del antebrazo, aumenta en gran medida la capacidad para situarla en una posición concreta y con los dedos orientados para flexionarse (empujar o agarrar) en la dirección necesaria. ♦ Los huesos carpianos se disponen en dos hileras formadas por cuatro huesos cada una, y como grupo se articulan con el radio proximalmente y con los metacarpianos distalmente. ♦ Los dedos, largos y muy flexibles, se extienden desde una base semirrígida (la palma) y permiten agarrar, manipular y realizar tareas complejas que implican múltiples movimientos individuales simultáneos (p. ej., escribir a máquina o tocar el piano).

Anatomía de superficie. El miembro superior presenta múltiples puntos óseos palpables de referencia que son útiles: *1)* cuando se diagnostican fracturas, luxaciones o malformaciones; *2)* para deducir la posición de estructuras más profundas, y *3)* para describir de forma precisa la localización de incisiones y sitios de punción terapéutica, o de áreas afectadas por patología o lesiones.

FASCIAS, VASOS EFERENTES, INERVACIÓN CUTÁNEA Y MIOTOMAS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Fascia del miembro superior

En profundidad respecto a la piel se encuentran: *1)* el **tejido subcutáneo** (fascia superficial), que contiene grasa, y *2)* la **fascia profunda,** que compartimenta y reviste los músculos (fig. 6-13). Si ninguna estructura (p. ej., ningún músculo, tendón o bolsa) se interpone entre la piel y el hueso, la fascia profunda normalmente se inserta en el hueso.

La fascia de la región pectoral se inserta en la clavícula y el esternón. La **fascia pectoral** recubre el pectoral mayor y se continúa inferiormente con la fascia de la pared anterior del abdomen. Cuando la fascia pectoral supera el borde lateral del pectoral mayor se convierte en la **fascia axilar,** que forma el suelo de la axila. En profundidad a la fascia pectoral y al pectoral mayor, otra lámina fascial, la **fascia clavipectoral,** desciende desde la clavícula, envuelve al subclavio y al pectoral menor, y se continúa inferiormente con la fascia axilar.

El nervio pectoral lateral, que inerva principalmente al pectoral mayor, atraviesa la parte de la fascia clavipectoral situada entre el pectoral menor y el subclavio **(membrana costocoracoidea).** La parte de la fascia clavipectoral inferior al pectoral menor **(ligamento suspensorio de la axila)** sostiene la fascia axilar y tira hacia arriba de ella y de la piel inferior a ésta durante la abducción del brazo para formar la **fosa axilar.**

Los músculos escapulohumerales que recubren la escápula y conforman la masa del hombro también están envueltos por la fascia profunda. La **fascia deltoidea** desciende por encima de la cara superficial del deltoides desde la clavícula, el acromion y la espina de la escápula. Desde la cara profunda de la fascia deltoidea, numerosos tabiques penetran entre los fascículos del músculo. Inferiormente, la fascia deltoidea se continúa con la fascia pectoral anteriormente y con la densa fascia infraespinosa posteriormente. Los músculos que recubren las caras anterior y posterior de la escápula están envueltos superficialmente por la fascia profunda, que se inserta en los bordes y, posteriormente, en la espina de la escápula.

Esta disposición crea los *compartimientos osteofibrosos subescapular, supraespinoso* e *infraespinoso;* los músculos de cada compartimiento se insertan (se originan) en parte en la cara profunda de la fascia que los recubre, y debido a ello su masa es mayor que si sólo se unieran a los huesos. Las **fascias supraespinosa** e **infraespinosa** recubren los músculos supraespinoso e infraespinoso, respectivamente, en la cara posterior de la escápula, y son tan densas y opacas que se deben retirar en las disecciones para poder visualizar dichos músculos.

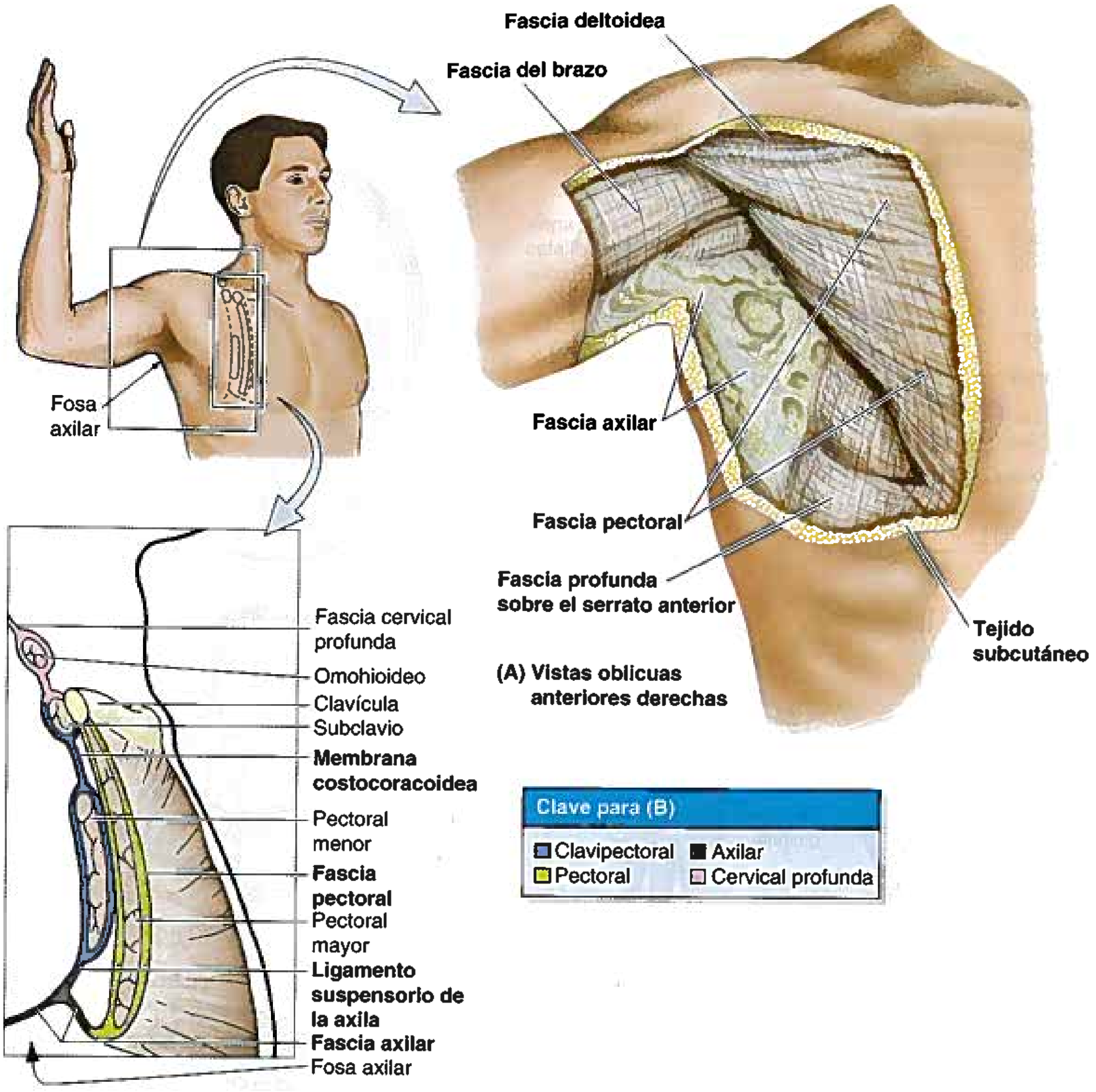
La **fascia del brazo,** una vaina de la fascia profunda, rodea al brazo como si fuera una manga ajustada situada en profundidad a la piel y al tejido subcutáneo (fig. 6-14A y B). Superiormente se continúa con las fascias deltoidea, pectoral, axilar e infraespinosa. La fascia del brazo se inserta inferiormente en los epicóndilos del húmero y el olécranon del cúbito, y se continúa con la fascia del antebrazo, que es la fascia profunda de este segmento del miembro superior. Dos tabiques intermusculares, los **tabiques intermusculares medial** y **lateral,** se extienden desde la cara profunda de la fascia del brazo hasta la parte central del cuerpo y las crestas supracondíleas medial y lateral del húmero (fig. 6-14B). Estos tabiques dividen el brazo en un **compartimiento fascial anterior (flexor)** y uno **posterior (extensor),** cada uno de los cuales contiene músculos que desempeñan funciones similares y comparten inervación. Los compartimientos fasciales del miembro superior son importantes clínicamente, ya que también contienen y dirigen la extensión de las infecciones o las hemorragias en el miembro.

En el antebrazo, unos compartimentos fasciales similares están rodeados por la **fascia del antebrazo** y separados por la **membrana interósea** que conecta el radio con el cúbito (fig. 6-14C). La fascia del antebrazo se engruesa posteriormente por encima de los extremos distales del radio y del cúbito para formar una banda transversa denominada **retináculo de los músculos extensores** (retináculo extensor), que mantiene a los tendones de los extensores en posición.

La *fascia del antebrazo* también forma un engrosamiento anterior que se continúa con el retináculo de los músculos extensores, pero que carece de denominación científica oficial; algunos autores se refieren a él como *ligamento carpiano palmar* (fig. 6-14D). Inmediatamente distal, pero en un nivel más profundo, la fascia del antebrazo también se continúa como el **retináculo de los músculos flexores** (**retináculo flexor** o **ligamento transverso del carpo**[2]).

---

[2] Es lamentable que la estructura oficialmente identificada como el retináculo de los músculos flexores no se corresponda en posición y estructura con el retináculo de los músculos extensores cuando existe otra estructura (el ligamento carpiano palmar, que actualmente no está aceptado en la *Terminologia Anatomica*) que sí lo hace. La comunidad clínica ha propuesto y adoptado ampliamente el uso de la expresión *ligamento transverso del carpo* que denota un carácter más estructural, en sustitución de *retináculo de los músculos flexores*. Los autores instan a la FICAT a que adopte esta terminología en ediciones futuras de la *Terminologia Anatomica*.


Fascia deltoidea
Fascia del brazo
Fosa axilar
Fascia axilar
Fascia pectoral
Fascia profunda sobre el serrato anterior
Tejido subcutáneo
Fascia cervical profunda
Omohioideo
Clavícula
Subclavio
Membrana costocoracoidea
Pectoral menor
Fascia pectoral
Pectoral mayor
Ligamento suspensorio de la axila
Fascia axilar
Fosa axilar
Clave para (B)
🟦 Clavipectoral
■ Axilar
🟨 Pectoral
☐ Cervical profunda

(A) Vistas oblicuas anteriores derechas

(B) Vista lateral de una sección sagital

FIGURA 6-13. Pared anterior y suelo de la axila. A. La fascia axilar forma el suelo de la axila y se continúa con la fascia pectoral. **B.** La fascia pectoral rodea el pectoral mayor, formando la lámina anterior de la pared anterior de la axila. La fascia clavipectoral se extiende entre la apófisis coracoides de la escápula, la clavícula y la fascia axilar.

Esta banda fibrosa se extiende entre las prominencias anteriores de los huesos del carpo más externos y convierte a la concavidad anterior del carpo en un *conducto carpiano* (*túnel carpiano*), a través del cual pasan los tendones de los flexores y el nervio mediano.

La *fascia profunda del miembro superior* se continúa más allá de los retináculos de los músculos extensores y flexores como la *fascia palmar*. La parte central de la fascia palmar, denominada *aponeurosis palmar*, es gruesa, tendinosa y triangular, y recubre el compartimiento central de la palma. Su vértice, localizado proximalmente, se continúa con el tendón del músculo palmar largo (cuando está presente) (fig. 6-14A). La aponeurosis forma cuatro engrosamientos diferenciados que se dirigen hacia las bases de los dedos y se continúan con las vainas fibrosas de éstos. Las bandas están atravesadas distalmente por el **ligamento metacarpiano transverso superficial,** que forma la base de la aponeurosis palmar. Desde la aponeurosis palmar se extienden hacia la piel innumerables *retináculos de la piel* (*ligamentos cutáneos*) fuertes y diminutos. Estos retináculos anclan la piel de la palma a la aponeurosis, aunque permiten un ligero deslizamiento cutáneo.

Drenaje venoso del miembro superior

VENAS SUPERFICIALES DEL MIEMBRO SUPERIOR

Las venas cefálica y basílica, que son las principales venas superficiales del miembro superior, se originan en la **red venosa dorsal de la mano,** situada en el tejido subcutáneo del dorso de la mano (fig. 6-15). Las **venas perforantes** establecen comunicaciones entre las venas superficiales y las profundas. Tal y como sucede con el patrón dermatómico, la lógica en la denominación de las principales venas superficiales del miembro superior, cefálica (hacia la cabeza) y basílica (hacia la base), se hace evidente cuando se coloca el miembro en su posición embrionaria original.

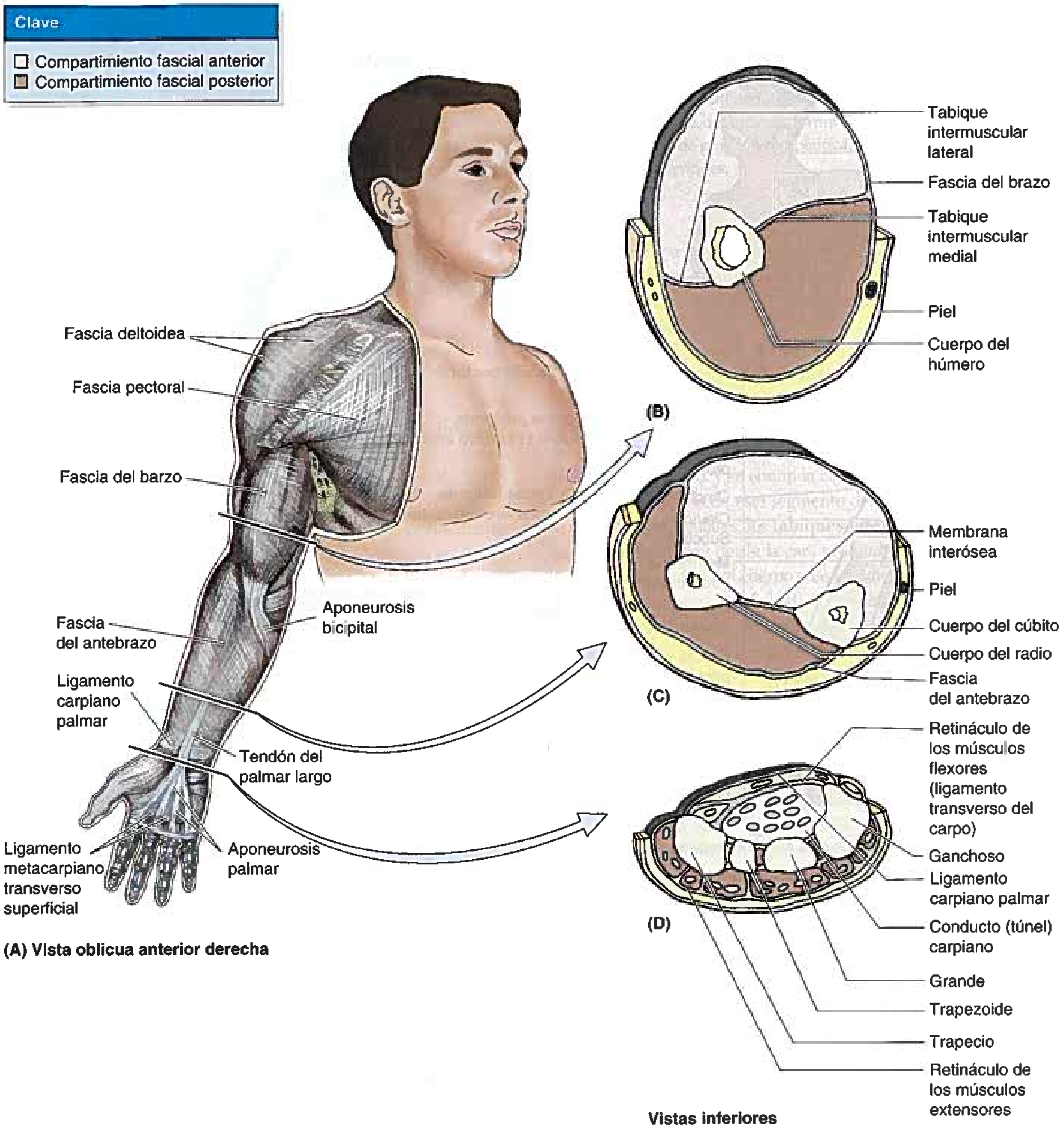
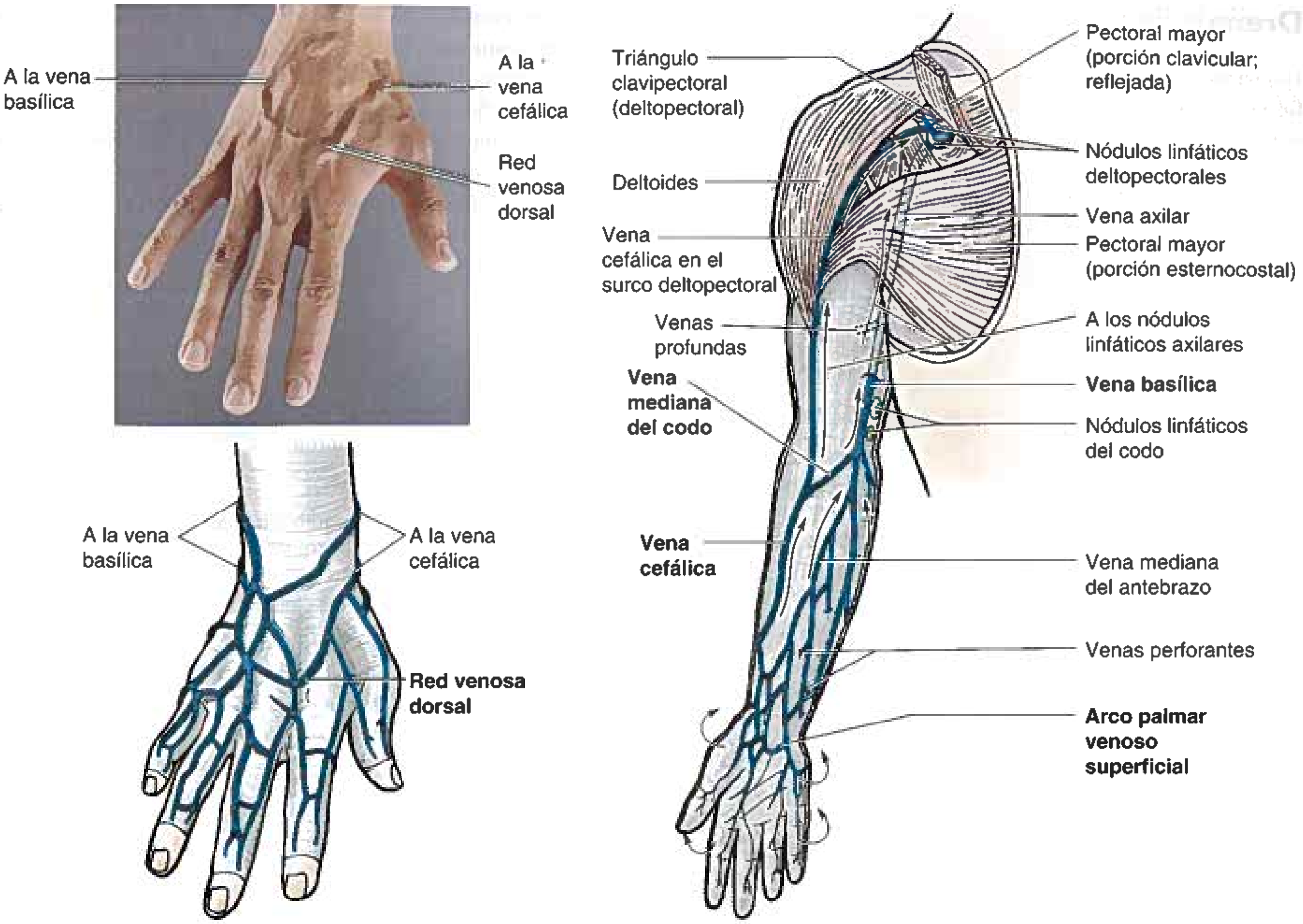

Clave
☐ Compartimiento fascial anterior
▨ Compartimiento fascial posterior
Fascia deltoidea
Fascia pectoral
Fascia del barzo
Fascia del antebrazo
Aponeurosis bicipital
Ligamento carpiano palmar
Tendón del palmar largo
Ligamento metacarpiano transverso superficial
Aponeurosis palmar
(A) Vista oblicua anterior derecha
Tabique intermuscular lateral
Fascia del brazo
Tabique intermuscular medial
Piel
Cuerpo del húmero
(B)
Membrana interósea
Piel
Cuerpo del cúbito
Cuerpo del radio
Fascia del antebrazo
(C)
Retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo)
Ganchoso
Ligamento carpiano palmar
Conducto (túnel) carpiano
Grande
Trapezoide
Trapecio
Retináculo de los músculos extensores
(D)
Vistas inferiores

FIGURA 6-14. Fascias y compartimientos del miembro superior. A. Las fascias del brazo y antebrazo rodean las estructuras del miembro superior. **B.** Los tabiques intermusculares y el húmero dividen el espacio delimitado por la fascia del brazo en dos compartimientos, anterior y posterior, cada uno de los cuales contiene músculos con funciones similares, y los nervios y vasos que los abastecen. **C.** La membrana interósea, junto con el radio y el cúbito, dividen de forma similar el espacio delimitado por la fascia del antebrazo en compartimientos anterior y posterior. **D.** La fascia profunda del antebrazo se hace más gruesa para formar el retináculo de los músculos extensores posteriormente y su correspondiente engrosamiento anterior (ligamento carpiano palmar). En un nivel más profundo, el retináculo de los músculos flexores se extiende entre las prominencias anteriores de los huesos más externos del carpo, y convierte la concavidad anterior del carpo en un conducto (túnel) carpiano osteofibroso.


A la vena basílica
A la vena cefálica
Red venosa dorsal
A la vena basílica
A la vena cefálica
Red venosa dorsal
Triángulo clavipectoral (deltopectoral)
Deltoides
Vena cefálica en el surco deltopectoral
Venas profundas
Vena mediana del codo
Vena cefálica
Pectoral mayor (porción clavicular; reflejada)
Nódulos linfáticos deltopectorales
Vena axilar
Pectoral mayor (porción esternocostal)
A los nódulos linfáticos axilares
Vena basílica
Nódulos linfáticos del codo
Vena mediana del antebrazo
Venas perforantes
Arco palmar venoso superficial

(A) Vista posterior (dorsal)

(B) Vista anterior (palmar)

FIGURA 6-15. Venas superficiales y nódulos linfáticos del miembro superior. A. Venas digitales y red venosa dorsal en el dorso de la mano. **B.** Venas basílica y cefálica. Las *flechas* indican el flujo de la linfa dentro de los vasos linfáticos, que converge hacia la vena y drena en los nódulos linfáticos del codo y axilares.

La **vena cefálica** (del griego *kephalé*, cabeza) asciende por el tejido subcutáneo desde la cara lateral de la red venosa dorsal de la mano, y prosigue a lo largo del borde lateral del carpo y la cara anterolateral del antebrazo proximal y el brazo; con frecuencia es visible a través de la piel. Anterior al codo, la vena cefálica se comunica con la **vena mediana del codo,** que discurre oblicuamente a través de la cara anterior del codo en la fosa del codo (una depresión localizada en la cara anterior del codo) y se une a la vena basílica. En su trayecto ascendente, la vena cefálica pasa entre los músculos deltoides y pectoral mayor a lo largo del surco deltopectoral, y entra en el *triángulo clavipectoral* (figs. 6-2 y 6-15B). A continuación, atraviesa la membrana costocoracoidea y parte de la fascia clavipectoral, para unirse a la porción terminal de la vena axilar.

La **vena basílica** parte del extremo medial de la red venosa dorsal de la mano y asciende por el tejido subcutáneo a lo largo del lado medial del antebrazo y la parte inferior del brazo; con frecuencia es visible a través de la piel. Luego se dirige a planos profundos cerca de la unión de los tercios medio e inferior del brazo, donde atraviesa la fascia del brazo y discurre en dirección superior, paralela a la arteria braquial y al nervio cutáneo medial del antebrazo hasta llegar a la axila, donde se fusiona con las venas satélites de la arteria axilar para formar la vena axilar.

La **vena mediana del antebrazo** tiene una distribución muy variable. Tras iniciarse en la base del dorso del pulgar, se incurva alrededor de la parte lateral del carpo y asciende por en medio de la cara anterior del antebrazo, entre las venas cefálica y basílica. En ocasiones se divide en una vena mediana basílica, que se une a la vena basílica, y una vena mediana cefálica, que se une a la vena cefálica.

VENAS PROFUNDAS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Las venas profundas se extienden por dentro de la fascia profunda y, a diferencia de las superficiales, normalmente son vasos satélites pares (con continuas anastomosis) que circulan con las arterias principales del miembro y reciben su nombre de éstas (fig. 6-16).

Drenaje linfático del miembro superior

Los **vasos linfáticos superficiales** se originan en los **plexos linfáticos** de la piel de los dedos y la palma y el dorso de la mano, y ascienden generalmente con las venas superficiales (p. ej., la cefálica y la basílica) (fig. 6-17). Algunos de los vasos linfáticos que acompañan a la vena basílica penetran en los **nódulos linfáticos del codo,** localizados proximalmente al epicóndilo medial y medialmente a la vena basílica. Los vasos eferentes de estos nódulos ascienden por el brazo y terminan en los **nódulos linfáticos axilares humerales (laterales)** (v. cap. 1).

La mayoría de los vasos linfáticos superficiales que acompañan a la vena cefálica cruzan la parte proximal del brazo y la cara anterior del hombro para entrar en los **nódulos linfáticos axilares apicales,** aunque algunos de ellos penetran previamente en los **nódulos linfáticos deltopectorales,** más superficiales.

Los **vasos linfáticos profundos,** menos numerosos que los superficiales, acompañan a las principales venas profundas

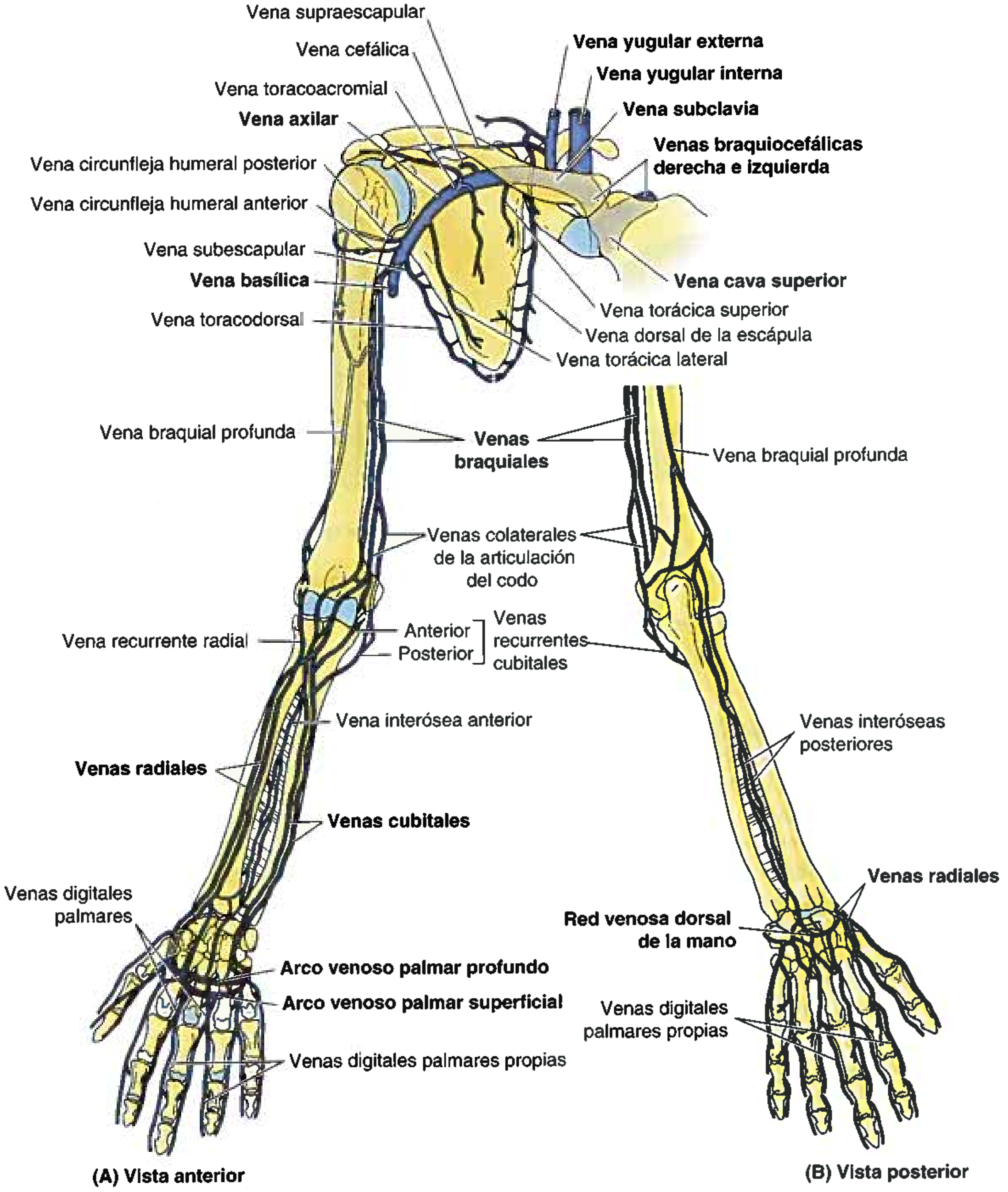

Vena supraescapular
Vena cefálica
Vena toracoacromial
Vena axilar
Vena circunfleja humeral posterior
Vena circunfleja humeral anterior
Vena subescapular
Vena basílica
Vena toracodorsal
Vena yugular externa
Vena yugular interna
Vena subclavia
Venas braquiocefálicas derecha e izquierda
Vena cava superior
Vena torácica superior
Vena dorsal de la escápula
Vena torácica lateral
Vena braquial profunda
Venas braquiales
Vena braquial profunda
Venas colaterales de la articulación del codo
Vena recurrente radial
Anterior
Posterior
Venas recurrentes cubitales
Vena interósea anterior
Venas interóseas posteriores
Venas radiales
Venas cubitales
Venas digitales palmares
Arco venoso palmar profundo
Arco venoso palmar superficial
Venas digitales palmares propias
Venas radiales
Red venosa dorsal de la mano
Venas digitales palmares propias
(A) Vista anterior
(B) Vista posterior

FIGURA 6-16. Venas profundas del miembro superior. Las venas profundas se denominan igual que las arterias a las que acompañan.

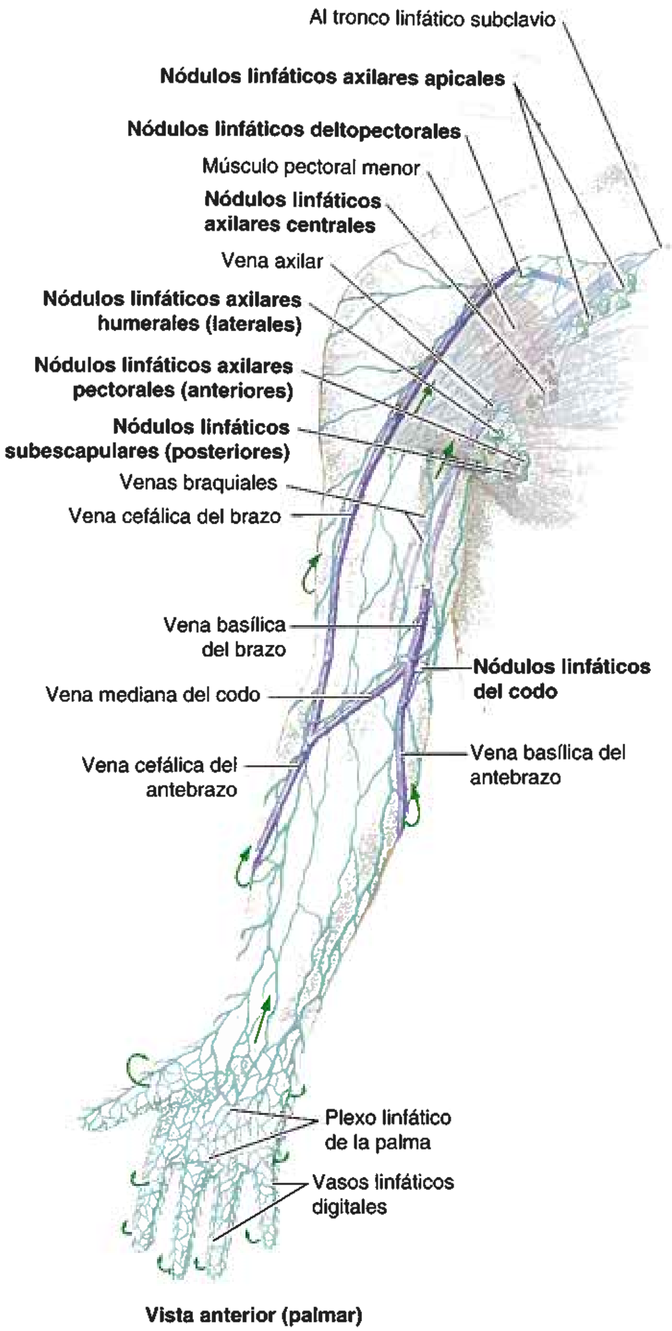

Al tronco linfático subclavio
Nódulos linfáticos axilares apicales
Nódulos linfáticos deltopectorales
Músculo pectoral menor
Nódulos linfáticos axilares centrales
Vena axilar
Nódulos linfáticos axilares humerales (laterales)
Nódulos linfáticos axilares pectorales (anteriores)
Nódulos linfáticos subescapulares (posteriores)
Venas braquiales
Vena cefálica del brazo
Vena basílica del brazo
Vena mediana del codo
Nódulos linfáticos del codo
Vena cefálica del antebrazo
Vena basílica del antebrazo
Plexo linfático de la palma
Vasos linfáticos digitales
Vista anterior (palmar)

FIGURA 6-17. Drenaje linfático del miembro superior. Los vasos linfáticos superficiales se originan en los vasos linfáticos digitales de los dedos y en los plexos linfáticos de la palma. La mayor parte del drenaje de la palma pasa al dorso de la mano *(flechas pequeñas)*.

del miembro superior y terminan en los **nódulos linfáticos axilares humerales.** Se encargan del drenaje linfático de las cápsulas articulares, el periostio, los tendones, los nervios y los músculos, y ascienden con las venas profundas; en su camino pueden observarse algunos nódulos linfáticos profundos. Los nódulos linfáticos axilares drenan el **tronco linfático subclavio;** ambos se describen con mayor detalle en el apartado dedicado a la axila, más adelante en este capítulo.

Inervación cutánea del miembro superior

Los nervios cutáneos del miembro superior siguen un patrón general que es fácil de entender si se tiene en cuenta que durante el desarrollo los miembros crecen como protrusiones laterales del tronco, con el primer dedo (pulgar de la mano o dedo gordo del pie) localizado en el lado craneal (el pulgar se dirige superiormente). De este modo, la cara lateral del miembro superior es más craneal que la medial.

Existen dos mapas de dermatomas de uso general. Uno se ha ganado la aceptación popular debido a sus cualidades estéticas más intuitivas y se corresponde con los conceptos de desarrollo de los miembros (Keegan y Garrett, 1948); el otro se basa en hallazgos clínicos y es el que, en general, prefieren los neurólogos (Foerster, 1933). Ambos mapas son aproximaciones que delinean los dermatomas como zonas diferenciadas, pero en realidad existe un elevado grado de solapamiento entre los dermatomas adyacentes y una gran variabilidad (incluso entre los dos lados en un mismo individuo). En ambos mapas se observa la progresión de la inervación segmentaria de las distintas áreas cutáneas alrededor del miembro cuando éste se sitúa en su «posición embrionaria original» (en abducción y con el pulgar dirigido superiormente) (fig. 6-18; tabla 6-1).

La mayoría de los nervios cutáneos del miembro superior derivan del **plexo braquial,** una importante red nerviosa formada por las raíces anteriores de los nervios espinales C5-T1 (v. «Plexo braquial», p. 721). Sin embargo, los nervios del hombro proceden del **plexo cervical,** una red formada por una serie de asas nerviosas que se extienden entre los ramos anteriores adyacentes de los cuatro primeros nervios cervicales. El plexo cervical se sitúa en profundidad al músculo esternocleidomastoideo, en la cara anterolateral del cuello.

Los nervios cutáneos del brazo y del antebrazo se ilustran en la figura 6-19, y los nervios espinales de que dependen, sus orígenes, y su curso y distribución, se describen en la tabla 6-2.

Adviértase que el brazo y el antebrazo están dotados de nervios cutáneos laterales, mediales y posteriores, pero no anteriores; como se indica más adelante en este capítulo, dicho patrón se corresponde con el de los fascículos del plexo braquial.

Inervación motora (miotomas) del miembro superior

Los músculos voluntarios del miembro superior reciben impulsos de fibras motoras somáticas (eferentes somáticas generales) que circulan por los mismos nervios periféricos mixtos que recogen las fibras sensitivas de los nervios cutáneos. Un **miotoma** es una masa muscular embrionaria unilateral que recibe inervación de un único segmento de la médula espinal o nervio espinal. En general, los músculos del miembro superior reciben fibras motoras de diversos segmentos o nervios de la médula espinal. Así pues, la mayoría de los músculos están integrados por más de un miotoma, de modo que en los movimientos del miembro superior suelen estar implicados múltiples segmentos de la médula espinal (figura 6-20). Los músculos intrínsecos de la mano constituyen un único miotoma (T1).

(El texto continúa en p. 697)

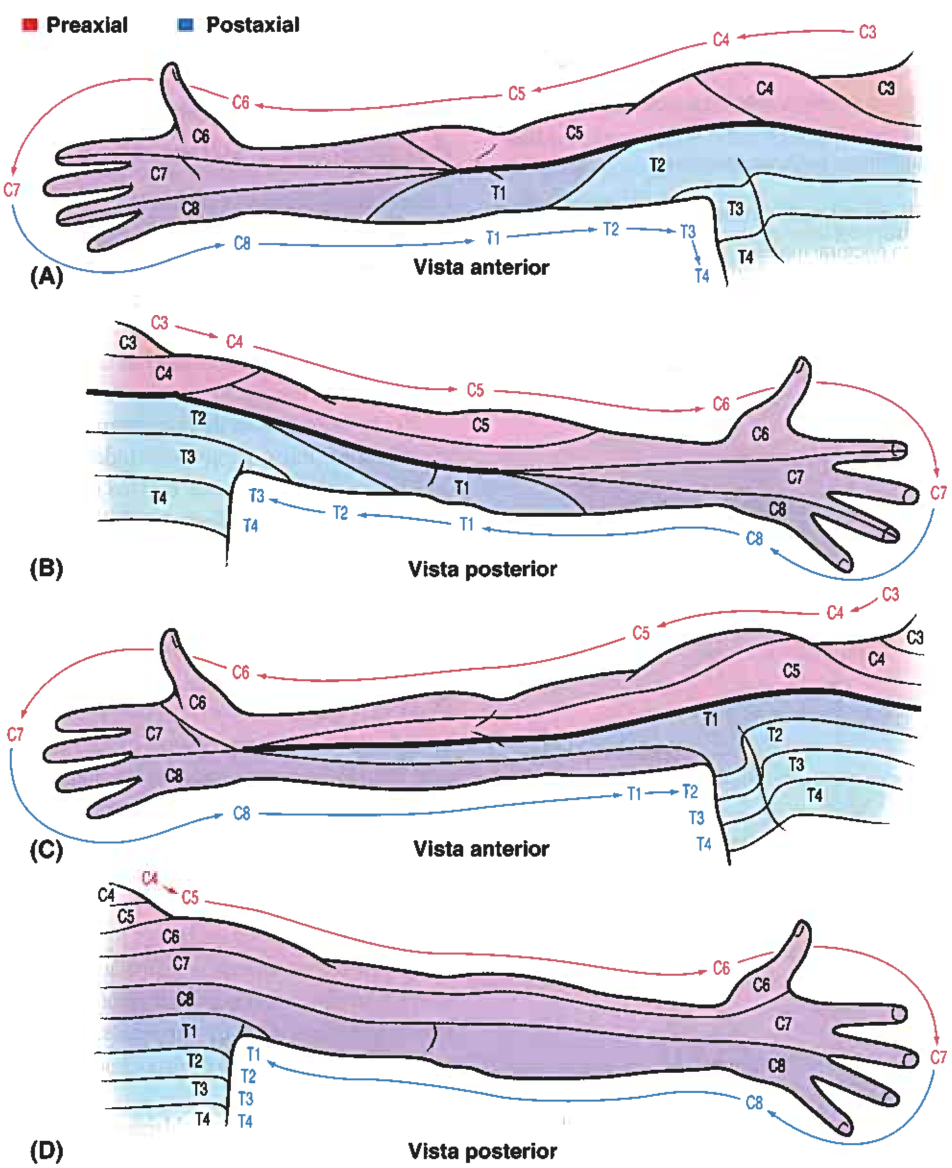


FIGURA 6-18. Inervación segmentaria (dermatomas) y periférica (nervios cutáneos) del miembro superior. A y B. El patrón de inervación segmentaria (dermatomas) del miembro superior propuesto por Foerster (1933) representa la inervación de la cara medial del miembro por los segmentos torácicos superiores (T1-3) de la médula espinal, que concuerda con la percepción del dolor cardíaco (angina de pecho) referido a esta área. **C y D.** El patrón de inervación segmentaria propuesto por Keegan y Garrett (1948) ha obtenido aceptación general, tal vez debido a la progresión regular de sus bandas y a su correlación con conceptos embriológicos. En los dos patrones, los dermatomas progresan secuencialmente alrededor de la periferia del miembro extendido (con el pulgar dirigido superiormente), proporcionando un modelo que se aproxima a la inervación segmentaria.

TABLA 6-1. DERMATOMAS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Segmento de la médula espinal/nervio(s)	Descripción del dermatoma(s)
C3, C4	Región de la base del cuello, se extiende lateralmente sobre el hombro
C5	Cara lateral del brazo (es decir, la cara superior del miembro abducido)
C6	El antebrazo lateral y el pulgar
C7	Dedos medio y anular (o los tres dedos centrales) y la parte central de la cara posterior del antebrazo
C8	Dedo meñique, lado medial del antebrazo y la mano (es decir, la cara inferior del miembro abducido)
T1	Cara medial del antebrazo y brazo inferior
T2	Cara medial de la porción superior del brazo y piel de la axila[a]

[a] No está mencionado en el mapa de dermatomas de Keagan y Garrett (1948). Sin embargo, el dolor experimentado en un infarto de miocardio, que se considera mediado por T1 y T2, se describe normalmente como «irradiado hacia abajo por la cara medial del brazo izquierdo».

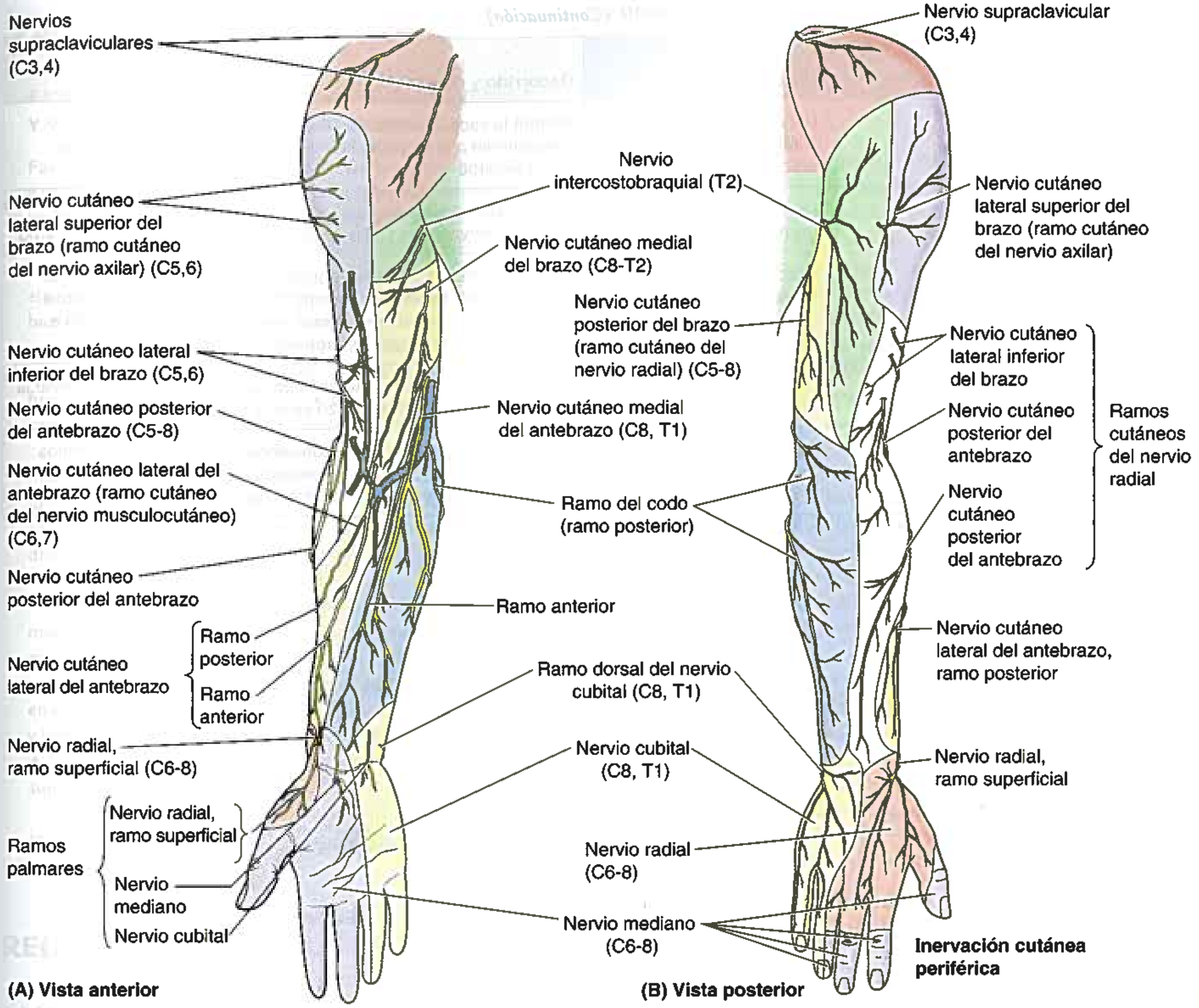

Nervios supraclaviculares (C3,4)
Nervio cutáneo lateral superior del brazo (ramo cutáneo del nervio axilar) (C5,6)
Nervio cutáneo lateral inferior del brazo (C5,6)
Nervio cutáneo posterior del antebrazo (C5-8)
Nervio cutáneo lateral del antebrazo (ramo cutáneo del nervio musculocutáneo) (C6,7)
Nervio cutáneo posterior del antebrazo
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Ramo posterior
Ramo anterior
Nervio radial, ramo superficial (C6-8)
Ramos palmares
Nervio radial, ramo superficial
Nervio mediano
Nervio cubital
(A) Vista anterior
Nervio intercostobraquial (T2)
Nervio cutáneo medial del brazo (C8-T2)
Nervio cutáneo posterior del brazo (ramo cutáneo del nervio radial) (C5-8)
Nervio cutáneo medial del antebrazo (C8, T1)
Ramo del codo (ramo posterior)
Ramo anterior
Ramo dorsal del nervio cubital (C8, T1)
Nervio cubital (C8, T1)
Nervio radial (C6-8)
Nervio mediano (C6-8)
(B) Vista posterior
Nervio supraclavicular (C3,4)
Nervio cutáneo lateral superior del brazo (ramo cutáneo del nervio axilar)
Nervio cutáneo lateral inferior del brazo
Nervio cutáneo posterior del antebrazo
Nervio cutáneo posterior del antebrazo
Ramos cutáneos del nervio radial
Nervio cutáneo lateral del antebrazo, ramo posterior
Nervio radial, ramo superficial
Inervación cutánea periférica

FIGURA 6-19. Distribución de los nervios periféricos (cutáneos) del miembro superior. La mayor parte de los nervios son ramos de plexos nerviosos y, por lo tanto, contienen fibras de más de un nervio espinal o de un segmento medular.

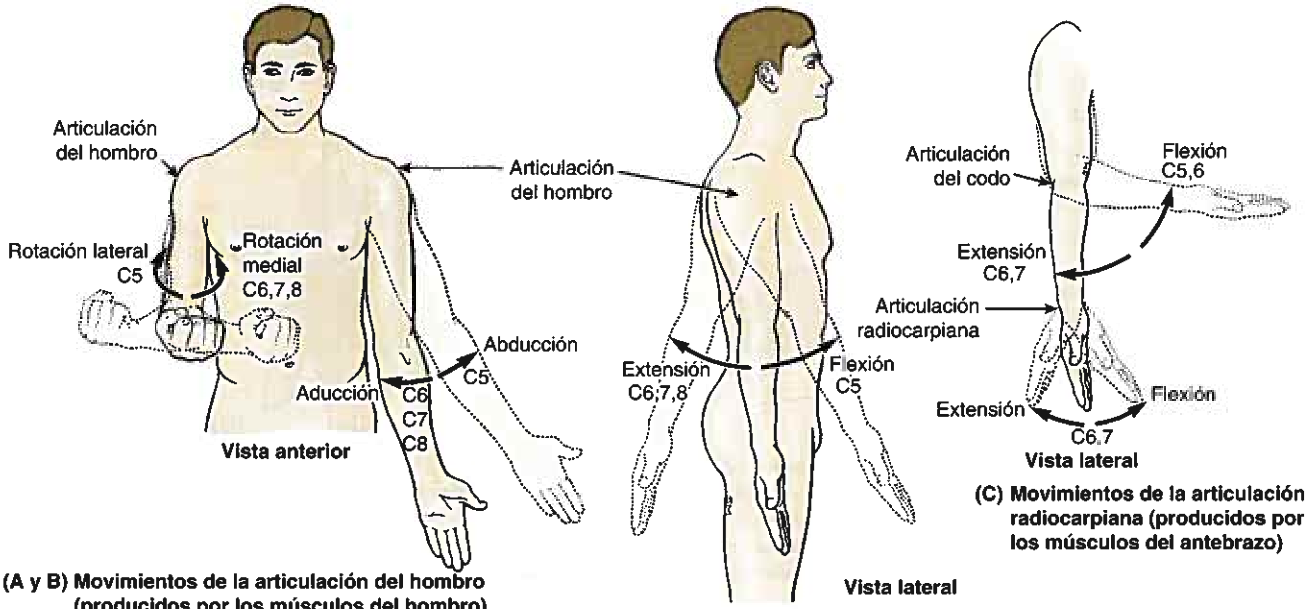
TABLA 6-2. NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Nervio cutáneo	Nervios espinales que contribuyen	Origen	Recorrido y distribución
Nervios supraclaviculares	C3, C4	Plexo cervical	Discurren anteriormente a la clavícula, inmediatamente profundos al platisma, e inervan la piel que recubre la clavícula y la cara superolateral del pectoral mayor
Nervio cutáneo lateral superior del brazo	C5, C6	Ramo terminal del nervio axilar	Emerge por debajo del borde posterior del deltoides para inervar la piel que cubre la parte inferior de este músculo y la de la cara lateral de la parte media del brazo
Nervio cutáneo lateral inferior del brazo	C5, C6	Nervio radial (o nervio cutáneo posterior del brazo)	Perfora la cabeza lateral del tríceps braquial, pasa cerca de la vena cefálica para inervar la piel de la cara inferolateral del brazo
Nervio cutáneo posterior del brazo	C5-8	Nervio radial (en la axila)	Atraviesa posteriormente y comunica con el nervio intercostobraquial e inerva la piel de la cara posterior del brazo hasta el olécranon

(continúa)

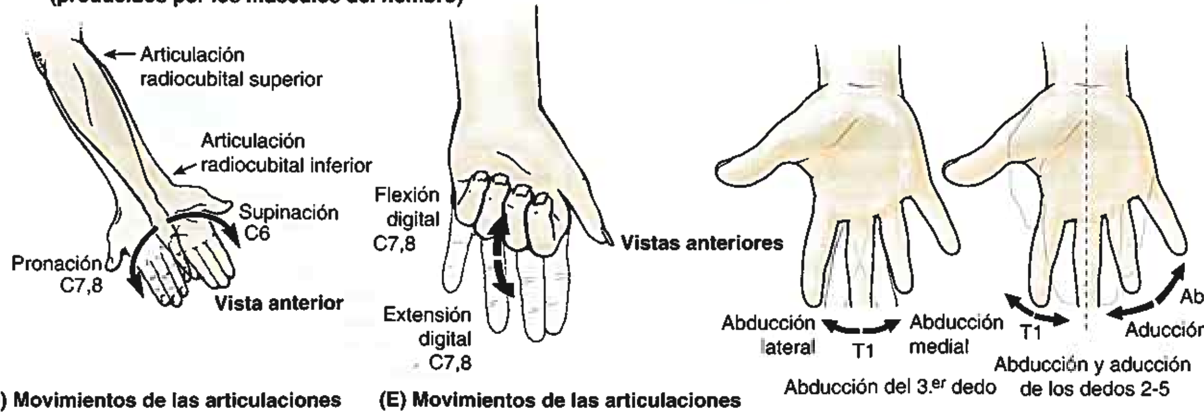
TABLA 6-2. NERVIOS CUTÁNEOS DEL MIEMBRO SUPERIOR *(Continuación)*

Nervio cutáneo	Nervios espinales que contribuyen	Origen	Recorrido y distribución
Nervio cutáneo posterior del antebrazo	C5-8	Nervio radial (con el nervio cutáneo lateral inferior del brazo)	Perfora la cabeza lateral del tríceps braquial, desciende lateralmente a lo largo del brazo e inerva el antebrazo posterior hasta el carpo
Nervio cutáneo lateral del antebrazo	C6-7	Nervio musculocutáneo (ramo terminal)	Emerge lateral al tendón del bíceps braquial profundo a la vena cefálica, inervando la piel del antebrazo anterolateral hasta el carpo
Nervio cutáneo medial del antebrazo	C8, T1	Fascículo medial del plexo braquial (en la axila)	Desciende medial a la arteria braquial, perfora la fascia profunda junto a la vena basílica en la parte media del brazo, dividiéndose en dos ramos, anterior y posterior, que entran en el antebrazo e inervan la piel de la cara anteromedial hasta el carpo
Nervio cutáneo medial del brazo	C8-T2	Fascículo medial del plexo braquial (en la axila)	Comunica con el nervio intercostobraquial y continúa para inervar la piel de la cara medial del brazo en su porción distal
Nervio intercostobraquial	T2	Segundo nervio intercostal (como su ramo cutáneo lateral)	Se extiende lateralmente, comunicando con los nervios cutáneos medial y posterior del brazo, inervando la piel de la axila y la cara medial del brazo en su porción proximal


Articulación del hombro
Rotación lateral C5
Rotación medial C6,7,8
Articulación del hombro
Abducción C5
Aducción C6 C7 C8
Vista anterior
Extensión C6,7,8
Flexión C5
Vista lateral
Articulación del codo
Flexión C5,6
Extensión C6,7
Articulación radiocarpiana
Extensión
Flexión
C6,7
Vista lateral

(A y B) Movimientos de la articulación del hombro (producidos por los músculos del hombro)

(C) Movimientos de la articulación radiocarpiana (producidos por los músculos del antebrazo)


Articulación radiocubital superior
Articulación radiocubital inferior
Supinación C6
Pronación C7,8
Vista anterior
Flexión digital C7,8
Extensión digital C7,8
Vistas anteriores
Abducción lateral
T1
Abducción medial
Abducción del 3.er dedo
T1
Aducción
Abducción
T1
Abducción y aducción de los dedos 2-5

(D) Movimientos de las articulaciones radiocubitales (producidos por los músculos del antebrazo)

(E) Movimientos de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas (producidos por los músculos del antebrazo)

(F) Movimientos de las articulaciones metacarpofalángicas (producidos por los músculos intrínsecos de la mano)

FIGURA 6-20. Inervación segmentaria de los movimientos del miembro superior. A a F. La mayor parte de los movimientos implican a partes de múltiples miotomos; no obstante, los músculos intrínsecos de la mano implican a un único miotomo (T1).

Puntos fundamentales

FASCIAS, VASOS EFERENTES, INERVACIÓN CUTÁNEA Y MIOTOMAS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Fascias. La firme fascia profunda del miembro superior rodea y contiene las estructuras del miembro como una membrana limitadora de la expansión situada en profundidad a la piel y al tejido subcutáneo. ◆ La superficie profunda de la fascia, que en ocasiones sirve para extender la superficie disponible para el origen de los músculos, se inserta en los huesos que rodea, bien directamente o bien mediante tabiques intermusculares. ◆ Así pues, la fascia profunda forma compartimientos fasciales que contienen músculos individuales o grupos de músculos con funciones e inervaciones similares. ◆ Los compartimientos también contienen o dirigen la extensión de infecciones o hemorragias.

Venas superficiales. La vena cefálica discurre a lo largo del margen craneal (cefálico) del miembro, mientras que la basílica lo hace a lo largo del margen caudal (basal). ◆ Ambas venas proceden de la red venosa dorsal de la mano; una (vena basílica) drena en el principio de la vena axilar, y la otra (vena cefálica) en el final.

Venas profundas. Las venas profundas de los miembros normalmente discurren como vasos satélites pares que reciben el mismo nombre que las arterias a las que acompañan.

Vasos linfáticos. Los vasos linfáticos superficiales convergen en general con las venas superficiales y las siguen en su trayecto, y los vasos linfáticos profundos siguen a las venas profundas. ◆ La linfa recogida en el miembro superior por los vasos linfáticos superficiales y profundos drena en los nódulos linfáticos axilares.

Dermatomas. Como consecuencia de la formación de plexos, se observan dos patrones de inervación cutánea en el miembro superior: *1)* inervación segmentaria (dermatomas) por parte de nervios espinales y *2)* inervación por nervios periféricos (dotados de nombre) multisegmentarios. El primer patrón es más fácil de visualizar si el miembro se sitúa en su posición embrionaria inicial (abducida y con el pulgar dirigido superiormente). ◆ Así, los segmentos progresan en orden descendente a lo largo del miembro (inicialmente con el dermatoma C4 en la raíz del cuello, para luego continuar lateral o distalmente a lo largo de la superficie superior y después medial o proximalmente a lo largo de la superficie inferior, para acabar en la pared torácica con el dermatoma T2).

Inervación cutánea. Al igual que en el caso del plexo braquial, que forma un fascículo posterior, uno lateral y uno medial (pero ninguno anterior), el brazo y el antebrazo están dotados de nervios posteriores, laterales y mediales (pero no anteriores). ◆ Los nervios cutáneos mediales son ramos del fascículo medial del plexo braquial. ◆ Los nervios cutáneos posteriores son ramos del nervio radial. ◆ Cada uno de los nervios cutáneos laterales procede de una fuente distinta (nervios axilar, radial y musculocutáneo).

Miotomas. La mayoría de los músculos del miembro superior contienen componentes de más de un miotoma, y por ello reciben fibras motoras de diversos segmentos de la médula espinal o nervios espinales. ◆ Así pues, en los movimientos del miembro superior están implicados múltiples segmentos de la médula espinal. ◆ Los músculos intrínsecos de la mano constituyen un único miotoma (T1).

REGIONES PECTORAL Y ESCAPULAR

Músculos axioapendiculares anteriores

Los músculos axioapendiculares anteriores (toracoapendiculares o pectorales) que mueven la cintura escapular son cuatro: pectoral mayor, pectoral menor, subclavio y serrato anterior. Estos músculos y sus inserciones se ilustran en la figura 6-21, y sus inserciones, inervación y principales acciones se resumen en la tabla 6-3.

El **pectoral mayor** es un músculo de gran tamaño y en forma de abanico que cubre la parte superior del tórax. Está dotado de una porción clavicular y una esternocostal. La porción esternocostal es mucho mayor, y su borde lateral aporta la masa muscular que forma la mayor parte de la pared anterior de la axila. Su borde inferior constituye el *pliegue anterior de la axila* (v. «Axila», p. 713). El pectoral mayor y la parte adyacente del deltoides forman el estrecho **surco deltopectoral**, por el cual discurre la vena cefálica (fig. 6-15B). No obstante, estos músculos divergen ligeramente en dirección superior y acaban formando, junto con la clavícula, el **triángulo clavipectoral (deltopectoral)** (figs. 6-2 y 6-15B).

Cuando actúan conjuntamente, las dos porciones del pectoral mayor producen una potente aducción y rotación medial del brazo, pero también pueden actuar de forma independiente, y entonces la porción clavicular flexiona el húmero y la esternocostal lo extiende hacia atrás desde la posición flexionada.

Para explorar la porción clavicular del pectoral mayor, el brazo se debe abducir 90° y el sujeto debe mover el brazo anteriormente contra resistencia. Esta maniobra permite observar y palpar la porción clavicular, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Para explorar la porción esternocostal del pectoral mayor, el brazo se debe abducir 60° y a continuación debe aducirse contra resistencia. Esta maniobra permite observar y palpar la porción esternocostal, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

El **pectoral menor** se sitúa en la pared anterior de la axila, donde está recubierto en su práctica totalidad por el pectoral mayor, que es mucho más grande (fig. 6-22). El músculo pectoral menor tiene forma triangular: su base (inserción proximal) está formada por unas bandas carnosas que se insertan en los extremos anteriores de las costillas 3.ª a 5.ª cerca de sus cartílagos costales; su vértice (inserción distal) se encuentra en la apófisis coracoides de la escápula. Es frecuente observar variaciones en las inserciones costales de este músculo.

El pectoral menor estabiliza la escápula y actúa cuando se extiende el miembro superior hacia adelante para tocar un objeto que se encuentra fuera del alcance de la mano. También ayuda a elevar las costillas en la inspiración profunda cuando la cintura

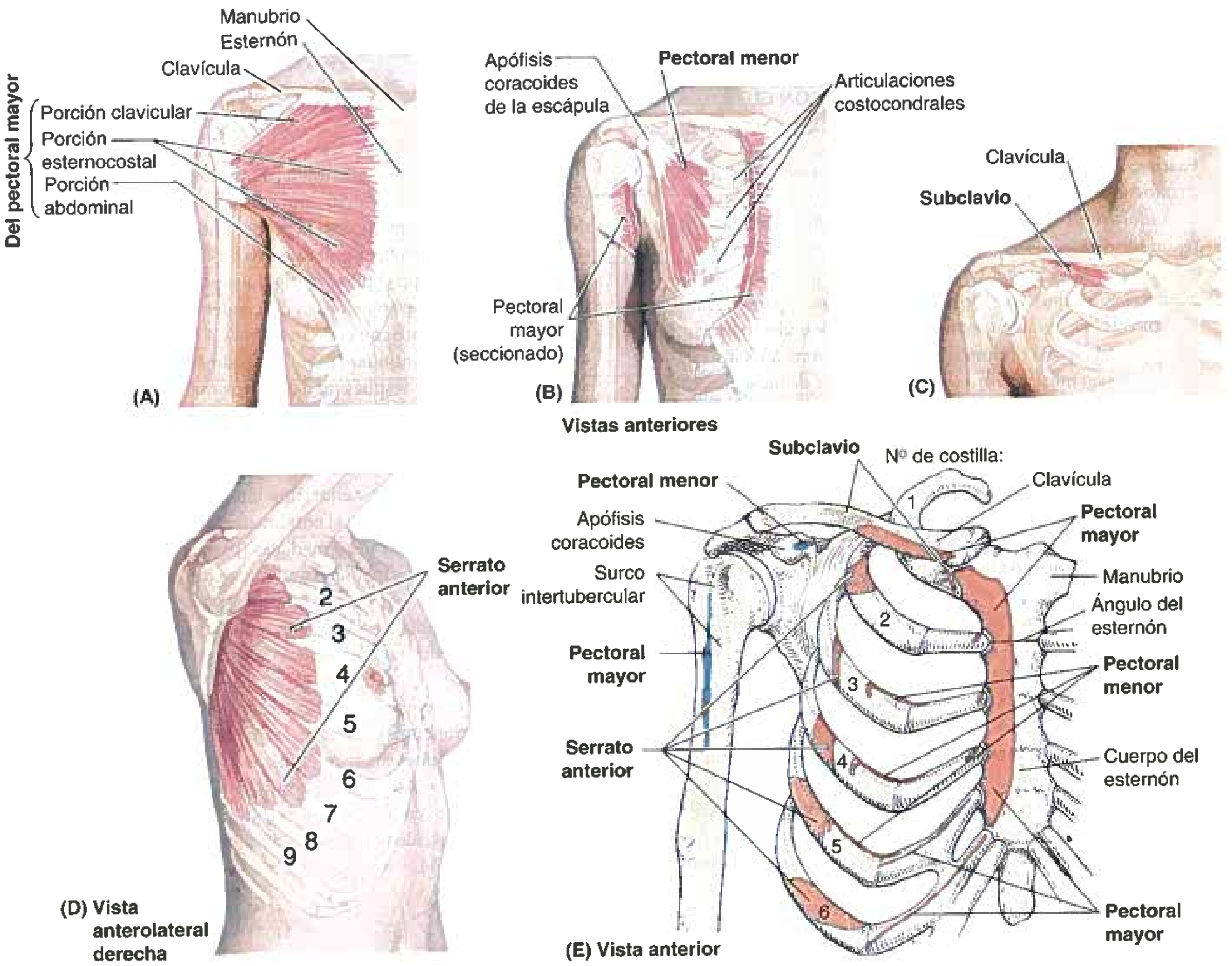

Manubrio
Esternón
Clavícula
Del pectoral mayor
Porción clavicular
Porción esternocostal
Porción abdominal
(A)
Apófisis coracoides de la escápula
Pectoral menor
Articulaciones costocondrales
Pectoral mayor (seccionado)
(B)
Clavícula
Subclavio
(C)
Vistas anteriores
Serrato anterior
2
3
4
5
6
7
8
9
(D) Vista anterolateral derecha
Subclavio
Nº de costilla:
Pectoral menor
Clavícula
Apófisis coracoides
Pectoral mayor
Surco intertubercular
Manubrio
Ángulo del esternón
Pectoral mayor
Pectoral menor
Serrato anterior
Cuerpo del esternón
1
2
3
4
5
6
Pectoral mayor
(E) Vista anterior

FIGURA 6-21. Músculos axioapendiculares anteriores.

TABLA 6-3. MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES ANTERIORES

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acciones principales
Pectoral mayor	Porción clavicular: cara anterior de la mitad medial de la clavícula Porción esternocostal: cara anterior del esternón, seis cartílagos costales superiores y aponeurosis del músculo oblicuo externo	Labio lateral del surco intertubercular del húmero	Nervios pectorales lateral y medial; porción clavicular (C5, **C6**), porción esternocostal (**C7, C8**, T1)	Aduce y rota medialmente el húmero; tira de la escápula anterior e inferiormente Cuando actúa independientemente, la porción clavicular flexiona el húmero y la porción esternocostal lo extiende desde la posición flexionada
Pectoral menor	Costillas 3.ª a 5.ª cerca de sus cartílagos costales	Borde medial y cara superior de la apófisis coracoides de la escápula	Nervio pectoral medial (C8, T1)	Estabiliza la escápula tirando de ella inferior y anteriormente contra la pared torácica
Subclavio	Unión de la 1.ª costilla y su cartílago costal	Cara inferior del tercio medio de la clavícula	Nervio del subclavio (**C5**, C6)	Fija y desciende la clavícula
Serrato anterior	Caras externas de las porciones laterales de las costillas 1.ª a 8.ª	Cara anterior del borde medial de la escápula	Nervio torácico largo (C5, **C6, C7**)	Protrae la escápula y la sujeta contra la pared torácica; rota la escápula

[a] Se indica la inervación segmentaria medular (p. ej., «C5, C6» indica que los nervios que inervan el subclavio derivan de los segmentos cervicales quinto y sexto de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**C5**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan en ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

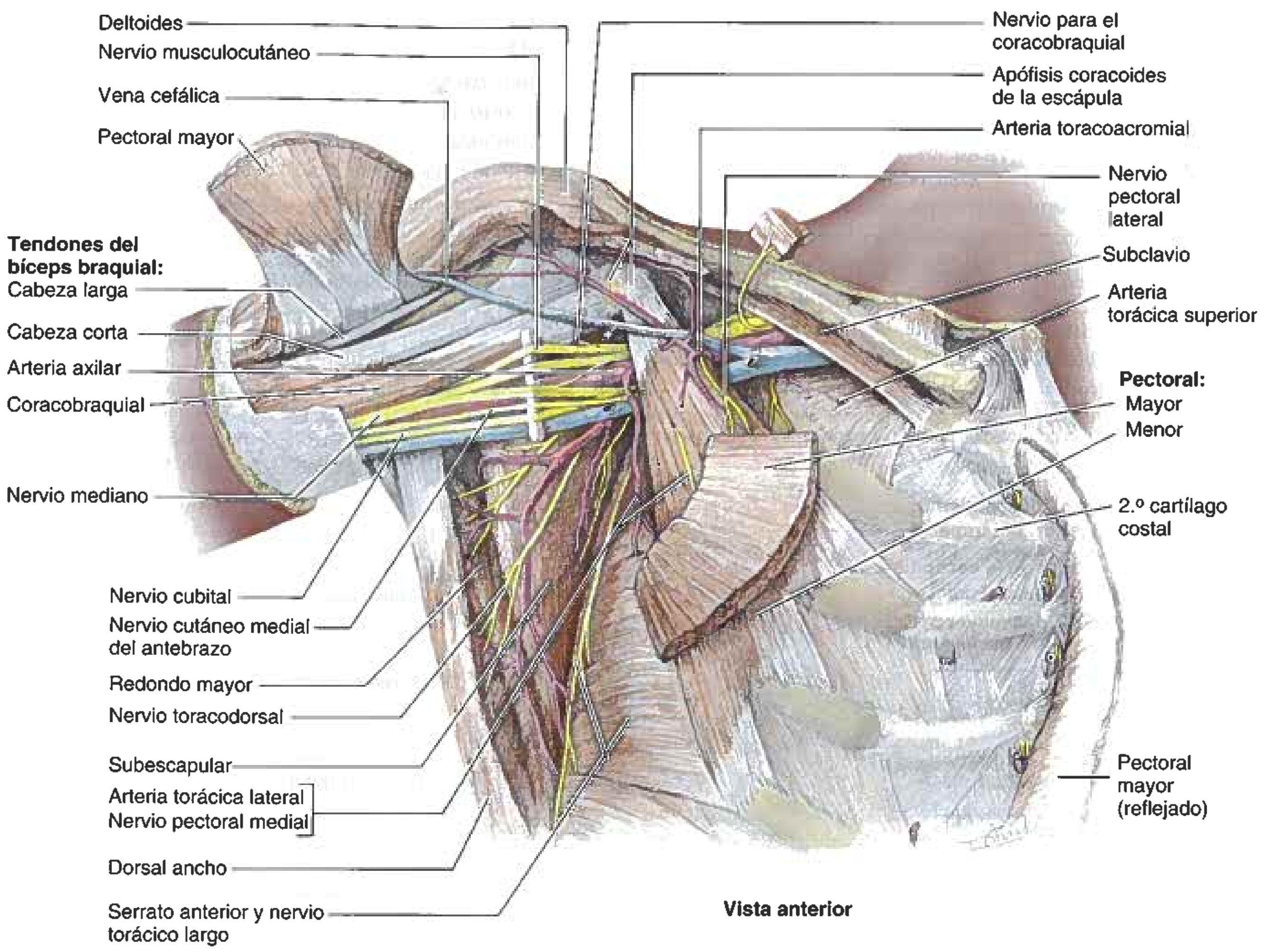

Deltoides
Nervio musculocutáneo
Vena cefálica
Pectoral mayor
Tendones del bíceps braquial:
Cabeza larga
Cabeza corta
Arteria axilar
Coracobraquial
Nervio mediano
Nervio cubital
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Redondo mayor
Nervio toracodorsal
Subescapular
Arteria torácica lateral
Nervio pectoral medial
Dorsal ancho
Serrato anterior y nervio torácico largo
Nervio para el coracobraquial
Apófisis coracoides de la escápula
Arteria toracoacromial
Nervio pectoral lateral
Subclavio
Arteria torácica superior
Pectoral:
Mayor
Menor
2.º cartílago costal
Pectoral mayor (reflejado)
Vista anterior

FIGURA 6-22. Músculos axioapendiculares que contribuyen a las paredes de la axila. De los músculos axioapendiculares que forman la pared anterior, sólo quedan porciones del pectoral mayor (extremos de inserción, una porción central que cubre el pectoral menor y un cubo de músculo reflejado en la porción superior de la clavícula), el pectoral menor y el subclavio. Se ha extirpado toda la fascia clavipectoral y la grasa axilar, así como la vaina axilar que rodea al paquete vasculonervioso. De ese modo se puede observar la pared medial de la axila, formada por el serrato anterior cubriendo la pared torácica lateral y la contribución del dorsal ancho a la pared posterior.

escapular está fijada o elevada. El pectoral menor es un útil punto de referencia anatómico y quirúrgico para la localización de estructuras axilares (p. ej., la arteria axilar), ya que, junto con la apófisis coracoides, este músculo forma un «puente» bajo el cual pasan diversos vasos y nervios hacia el brazo.

El **subclavio** está orientado casi horizontalmente cuando el brazo se encuentra en posición anatómica. Este músculo pequeño y redondeado se sitúa inferior a la clavícula y ofrece una cierta protección a los vasos subclavios y al tronco superior del plexo braquial cuando aquélla se fractura. El subclavio ancla y deprime la clavícula, estabilizándola durante los movimientos del miembro superior. También ayuda a contrarrestar la tendencia de la clavícula a luxarse en la articulación esternoclavicular (p. ej., cuando se tira fuerte en el juego de tira y afloja con una soga).

El **serrato anterior** cubre la parte lateral del tórax y forma la pared medial de la axila. Esta amplia lámina de grueso músculo recibe su nombre por la apariencia serrada de sus bandas o digitaciones carnosas. Las bandas musculares se dirigen posteriormente y luego medialmente para insertarse en toda la longitud de la cara anterior del borde medial de la escápula, incluido su ángulo inferior. El serrato anterior es uno de los músculos más potentes de la cintura escapular. Es un potente protractor de la escápula y se utiliza cuando se dan puñetazos o se intenta alcanzar algún objeto situado anteriormente (en ocasiones se denomina «músculo del boxeador»).

La robusta parte inferior del serrato anterior rota la escápula y eleva su cavidad glenoidea para que el brazo se pueda elevar por encima del hombro. También ancla la escápula y la mantiene estrechamente unida a la pared torácica, lo cual permite que otros músculos la utilicen como hueso fijo para mover el húmero. El serrato anterior mantiene la escápula contra la pared torácica cuando se realizan flexiones de brazos en el suelo o se empuja contra una resistencia (p. ej., para mover un coche).

Para explorar el serrato anterior (o la función del nervio torácico largo que lo inerva) el sujeto debe extender el miembro y empujar con la mano contra una pared. Esta maniobra permite observar y palpar varias de las digitaciones que lo forman, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Músculos axioapendiculares posteriores y escapulohumerales

Los **músculos axioapendiculares posteriores** (grupos superficial e intermedio de músculos extrínsecos del dorso) unen el esqueleto apendicular superior (del miembro superior) al esqueleto axial (del tronco). Los *músculos intrínsecos del dorso*, que mantienen la postura y controlan los movimientos de la columna vertebral, se describen en la página 485. Los músculos posteriores del hombro se dividen en tres grupos (tabla 6-4):

- *Músculos axioapendiculares posteriores superficiales (extrínsecos del hombro)*: trapecio y dorsal ancho.
- *Músculos axioapendiculares posteriores profundos (extrínsecos del hombro)*: elevador de la escápula y romboides.
- *Músculos escapulohumerales (intrínsecos del hombro)*: deltoides, redondo mayor y los cuatro del manguito de los rotadores (supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular).

MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES POSTERIORES SUPERFICIALES (EXTRÍNSECOS DEL HOMBRO)

Los músculos axioapendiculares superficiales son el trapecio y el dorsal ancho. Estos músculos se ilustran en la figura 6-23, y sus

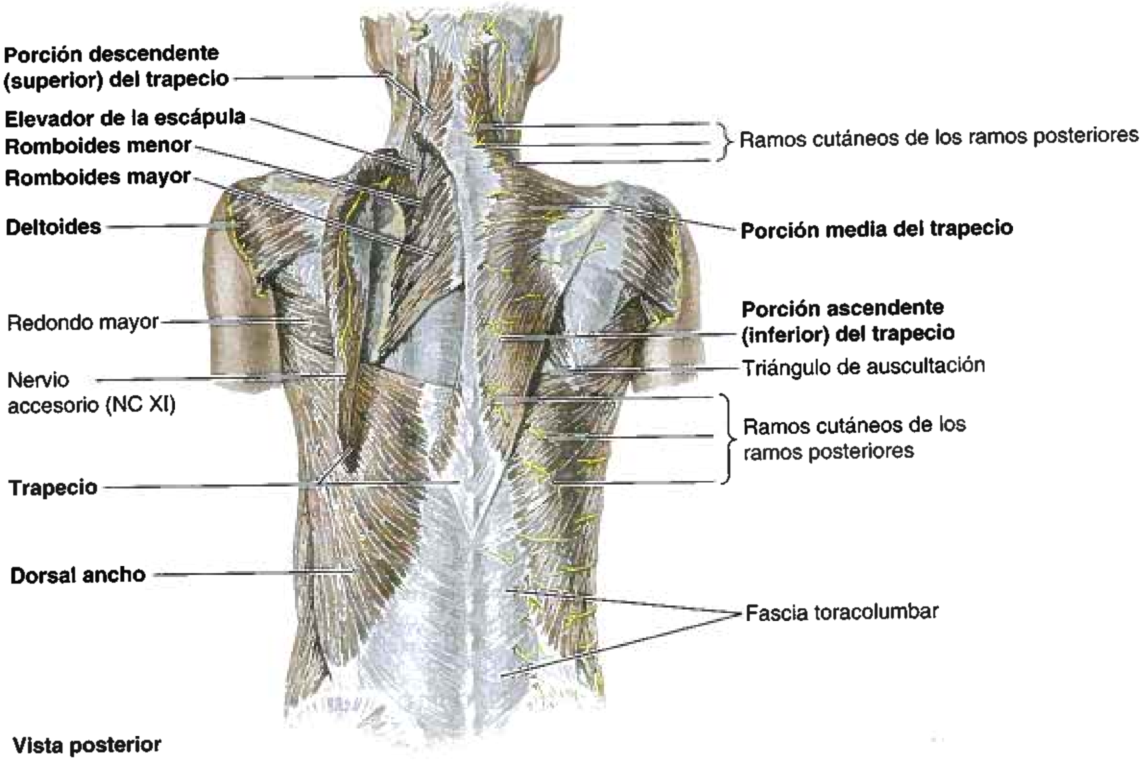

Porción descendente (superior) del trapecio
Elevador de la escápula
Romboides menor
Romboides mayor
Deltoides
Redondo mayor
Nervio accesorio (NC XI)
Trapecio
Dorsal ancho
Vista posterior
Ramos cutáneos de los ramos posteriores
Porción media del trapecio
Porción ascendente (inferior) del trapecio
Triángulo de auscultación
Ramos cutáneos de los ramos posteriores
Fascia toracolumbar

FIGURA 6-23. Músculos axioapendiculares posteriores.

TABLA 6-4. MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES POSTERIORES

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción
Músculos axiopendiculares posteriores superficiales (extrínsecos del hombro)				
Trapecio	Tercio medial de la línea nucal superior; protuberancia occipital externa; ligamento nucal; apófisis espinosas de las vértebras C7-T12	Tercio lateral de la clavícula; acromion y espina de la escápula	Nervio accesorio (NC XI; fibras motoras) y nervios C3, C4 (fibras para el dolor y la propiocepción)	La porción descendente, eleva; la ascendente, desciende, y la porción media (o todas las porciones juntas) retrae la escápula; las porciones descendente y ascendente actúan juntas para rotar la cavidad glenoidea superiormente
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de las seis vértebras torácicas inferiores, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tres o cuatro costillas inferiores	Suelo del surco intertubercular del húmero	Nervio toracodorsal (**C6**, **C7**, C8)	Extiende, aduce y rota el húmero medialmente; eleva el cuerpo hacia los brazos al trepar

TABLA 6-4. MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES POSTERIORES *(Continuación)*

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación*	Acción
Músculos axioapendiculares posteriores profundos (extrínsecos del hombro)				
Elevador de la escápula	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de las vértebras C1-4	Borde medial de la escápula superior a la raíz de la espina	Nervios dorsal de la escápula (C5) y cervicales (C3, C4)	Eleva la escápula y, al rotarla, inclina la cavidad glenoidea inferiormente
Romboides menor y mayor	Menor: ligamento nucal; apófisis espinosas de las vértebras C7 y T1 Mayor: apófisis espinosas de las vértebras T2-5	Menor: área triangular lisa en el extremo medial de la espina de la escápula Mayor: borde medial de la escápula desde el nivel de la espina hasta el ángulo inferior	Nervio dorsal de la escápula (C4, **C5**)	Retrae la escápula y, al rotarla, desciende la cavidad glenoidea; fija la escápula a la pared torácica

*Se indica la inervación segmentaria medular (p. ej., «C4, **C5**» indica que los nervios que inervan los romboides derivan de los segmentos cervicales cuarto y quinto de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**C5**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espi-

inserciones, inervación y principales acciones se describen en la tabla 6-4.

Trapecio. El **trapecio** proporciona una unión directa de la cintura escapular con el tronco. Este extenso músculo triangular cubre la cara posterior del cuello y la mitad superior del tronco (fig. 6-24). Se denomina así porque los músculos de los dos lados forman un *trapecio* (figura geométrica irregular de cuatro lados). El trapecio une la cintura escapular al cráneo y a la columna vertebral, y participa en la suspensión del miembro superior. Las fibras del trapecio se dividen en tres porciones que ejercen acciones diferentes en la unión fisiológica escapulotorácica (entre la escápula y la pared torácica) (fig. 6-25; tabla 6-5):

- Las fibras descendentes (superiores) elevan la escápula (p. ej., cuando se enderezan los hombros).
- Las fibras medias retraen la escápula (es decir, la traccionan posteriormente).
- Las fibras ascendentes (inferiores) descienden la escápula y el hombro.

Las fibras descendentes y ascendentes del trapecio intervienen conjuntamente en la rotación de la escápula sobre la pared torácica, porque actúan en direcciones opuestas (como en una tuerca de palomilla). El trapecio también traba el hombro, para lo cual tracciona de la escápula posterior y superiormente y la fija en posición sobre la pared torácica con una contracción tónica; en consecuencia, la debilidad de este músculo provoca la caída del hombro.

Para explorar el trapecio (o la función del nervio accesorio [NC XI] que lo inerva) el sujeto debe encoger los hombros contra resistencia (intentar elevar los hombros mientras el examinador los presiona hacia abajo). Esta maniobra permite observar y palpar el borde superior del músculo, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Dorsal ancho. El nombre de **dorsal ancho** es muy adecuado, ya que cubre una amplia porción del dorso (figs. 6-23 y 6-26; tabla 6-4). Este gran músculo con forma de abanico se extiende desde el tronco hasta el húmero y actúa directamente sobre la articulación del hombro e indirectamente sobre la cintura escapular (unión escapulotorácica). El dorsal ancho extiende, retrae y rota el húmero medialmente (p. ej., cuando se recogen los brazos por detrás de la espalda o se rasca la región escapular opuesta).

En combinación con el pectoral mayor, el dorsal ancho es un potente aductor del húmero y desempeña un papel básico en la rotación hacia abajo de la escápula asociada a este movimiento (fig. 6-25, tabla 6-5). También actúa en la recuperación de la posición del miembro superior cuando éste se encuentra en abducción por encima del hombro, y por ello es importante para trepar. Junto con el pectoral mayor, el dorsal ancho eleva el tronco hacia el brazo, que es lo que sucede cuando se realizan flexiones de brazos (al elevarse hasta que el mentón toca una barra situada por encima de la cabeza) o se trepa a un árbol, por ejemplo. Estos movimientos también tienen lugar cuando se corta madera con un hacha, se rema en una canoa o se nada (en particular a estilo crol).

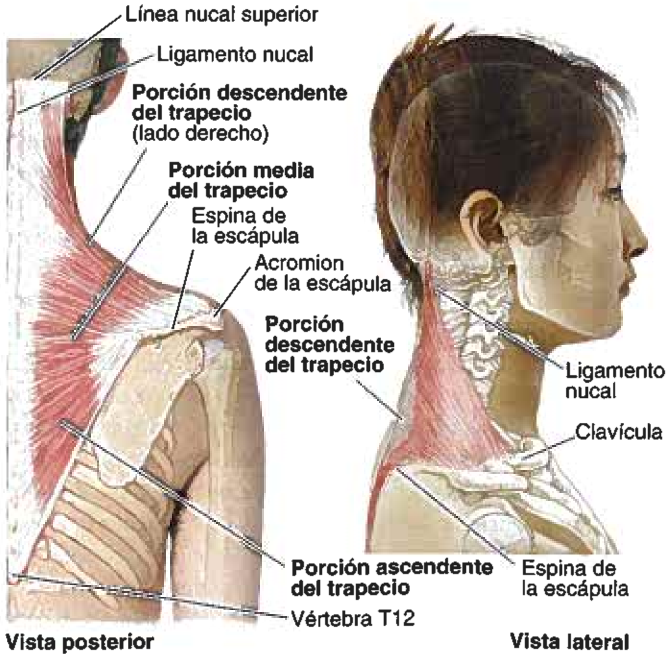
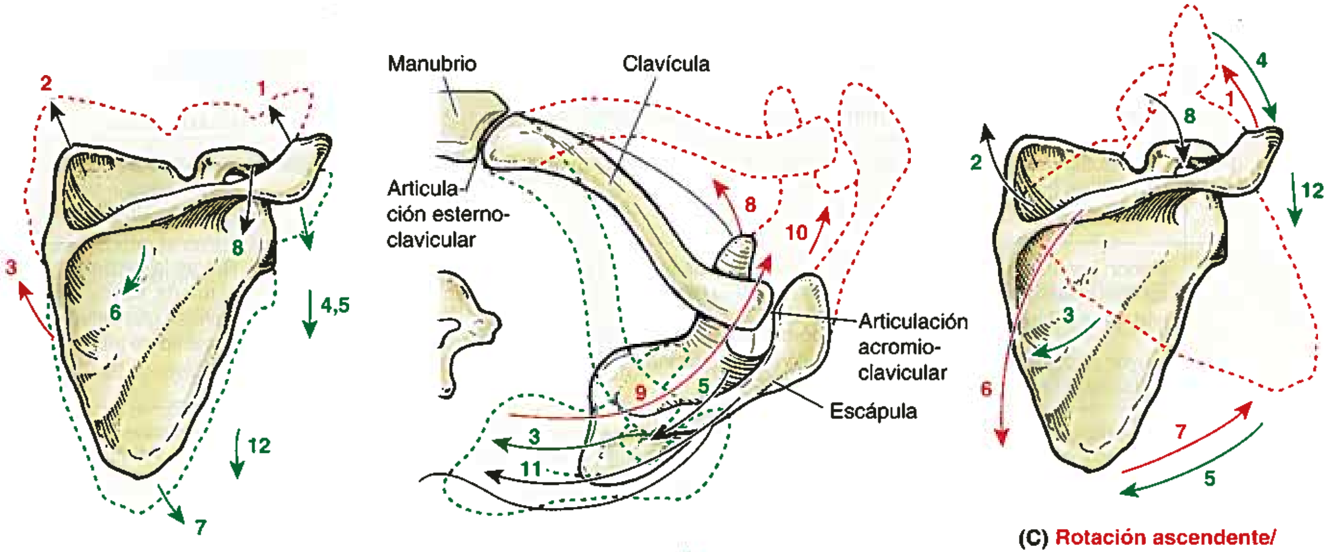


FIGURA 6-24. Trapecio.


2
1
3
8
6
4,5
12
7
Manubrio
Clavícula
Articulación esternoclavicular
8
10
Articulación acromioclavicular
Escápula
9
5
3
11
4
8
1
2
12
3
6
7
5

(A) **Elevación/Descenso**

Vista posterior

(B) **Protracción/Retracción**

Vista superior de la mitad derecha de la cintura escapular

(C) **Rotación ascendente/ Rotación descendente**

Vista posterior

FIGURA 6-25. Movimientos de la escápula y músculos que los producen. Las *flechas* indican la dirección de tracción; los músculos (y la gravedad) que producen cada movimiento están identificados por números, que se relacionan en la tabla 6-5.

TABLA 6-5. MOVIMIENTOS DE LA ESCÁPULA

Movimiento de la escápula	Músculos que producen el movimiento[a]	Nervio para los músculos	Amplitud del movimiento (rotación angular; desplazamiento lineal)
Elevación	**Trapecio, porción descendente** (1) Elevador de la escápula (2) Romboides (3)	Accesorio (NC XI) Dorsal de la escápula	10-12 cm
Descenso	**Gravedad** (12) Pectoral mayor, porción esternocostal inferior (4) Dorsal ancho (5) Trapecio, porción ascendente (6) Serrato anterior, porción inferior (7) Pectoral menor (8)	Nervios pectorales Toracodorsal Accesorio (NC XI) Torácico largo Pectoral medial	
Protracción	**Serrato anterior** (9) Pectoral mayor (10) Pectoral menor (8)	Torácico largo Nervios pectorales Pectoral medial	40-45°; 15 cm
Retracción	**Trapecio, porción media** (11) Romboides (3) Dorsal ancho (5)	Accesorio (NC XI) Dorsal de la escápula Toracodorsal	
Rotación ascendente[b]	**Trapecio, porción descendente** (1) Trapecio, porción ascendente (6) **Serrato anterior, porción inferior** (7)	Accesorio (NC XI) Torácico largo	60°; ángulo inferior: 10-12 cm, ángulo superior: 5-6 cm
Rotación descendente[c]	Gravedad (12) Elevador de la escápula (2) Romboides (3) **Dorsal ancho** (5) Pectoral menor (8) Pectoral mayor, porción esternocostal inferior (4)	Dorsal de la escápula Toracodorsal Pectoral medial Nervios pectorales	

[a] En negrita el(los) movimiento(s) principal(es). La numeración se refiere a la figura 6-25.
[b] La cavidad glenoidea se mueve superiormente, como en la abducción del brazo.
[c] La cavidad glenoidea se mueve inferiormente, como en la aducción del brazo.

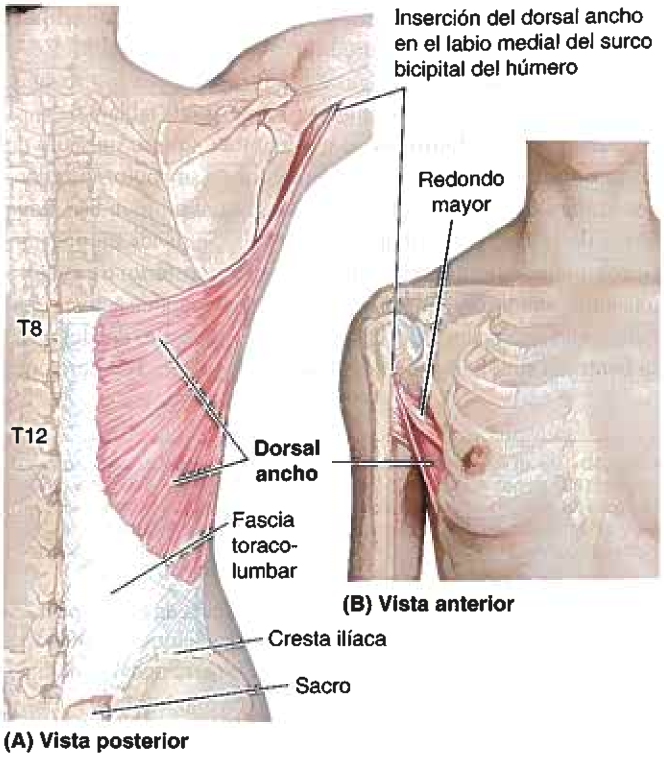

Inserción del dorsal ancho en el labio medial del surco bicipital del húmero
Redondo mayor
T8
T12
Dorsal ancho
Fascia toraco-lumbar
(B) Vista anterior
Cresta ilíaca
Sacro
(A) Vista posterior

FIGURA 6-26. **Dorsal ancho. A.** Inserciones proximales. **B.** Inserción distal. Para más detalles veáse la tabla 6-4.

Para explorar el dorsal ancho (o la función del nervio toracodorsal que lo inerva) el sujeto debe tener el brazo en abducción a 90° y luego aducirlo contra resistencia (ejercida por el examinador). Esta maniobra permite observar y palpar fácilmente el borde anterior del músculo en el pliegue axilar posterior (v. «Axila», p. 713), siempre y cuando sus movimientos sean normales.

MÚSCULOS AXIOAPENDICULARES POSTERIORES PROFUNDOS (EXTRÍNSECOS DEL HOMBRO)

Los **músculos toracoapendiculares posteriores profundos** son el elevador de la escápula y los romboides. Estos músculos proporcionan una unión directa entre los esqueletos apendicular y axial. Sus inserciones, inervación y principales acciones se exponen en la tabla 6-4.

Elevador de la escápula. El tercio superior del **elevador de la escápula,** un músculo con forma de cincha, se sitúa en profundidad al esternocleidomastoideo, y el inferior en profundidad al trapecio. Las fibras del elevador de la escápula se originan en las apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores y se dirigen inferiormente hasta el borde superomedial de la escápula (figs. 6-23 y 6-27; tabla 6-4). Fiel a su nombre, este músculo, si actúa en conjunción con la porción descendente del trapecio, eleva la escápula o la fija (opone resistencia a las fuerzas que la descenderían, como sucede, por ejemplo, cuando se transporta un peso) (fig. 6-25, tabla 6-5).

Junto a los romboides y el pectoral menor, rota la escápula y hace descender la cavidad glenoidea (la inclina inferiormente). Si los dos elevadores de la escápula se contraen bilateralmente junto con el trapecio, hacen que se extienda el cuello; su acción unilateral

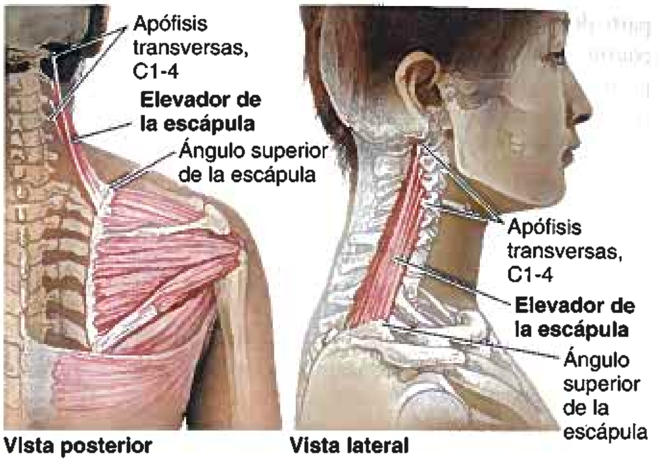

Apófisis transversas, C1-4
Elevador de la escápula
Ángulo superior de la escápula
Apófisis transversas, C1-4
Elevador de la escápula
Ángulo superior de la escápula
Vista posterior
Vista lateral

FIGURA 6-27. **Elevador de la escápula.**

puede contribuir a la flexión lateral del cuello (hacia el lado del músculo activo).

Romboides. Los dos **romboides** (mayor y menor), que no siempre están claramente separados uno de otro, tienen forma romboidea (de paralelogramo equilátero oblicuo) (figs. 6-23 y 6-28; tabla 6-4). Se sitúan en profundidad al trapecio y forman bandas paralelas amplias que discurren inferolateralmente desde las vértebras hasta el borde medial de la escápula. El delgado y aplanado *romboides mayor* es aproximadamente dos veces más ancho que el grueso *romboides menor,* situado superior a él.

Los romboides retraen y rotan la escápula, con lo que desciende la cavidad glenoidea (tabla 6-5). También ayudan al serrato anterior a mantener la escápula contra la pared torácica y la fijan durante los movimientos del miembro superior. Los romboides actúan cuando se hacen bajar con fuerza los miembros superiores partiendo de una posición elevada (p. ej., cuando se clava una estaca con un mazo).

Para explorar los romboides (o la función del nervio dorsal de la escápula que los inerva) el sujeto debe situar sus manos en la

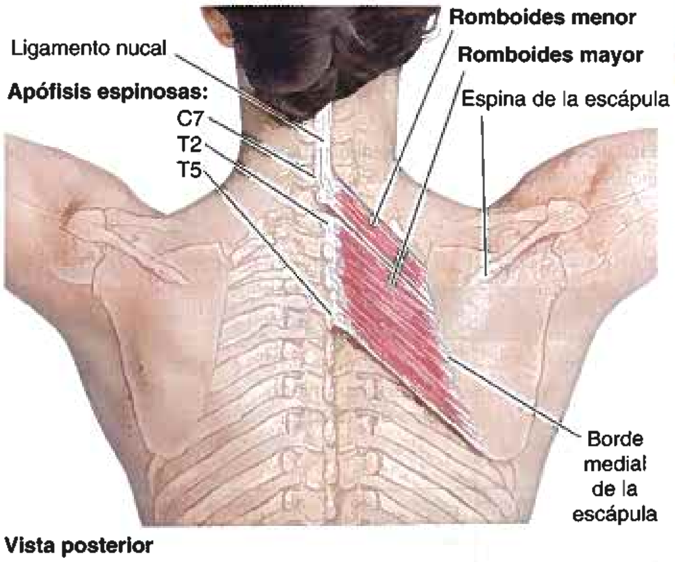

Romboides menor
Ligamento nucal
Romboides mayor
Apófisis espinosas:
C7
T2
T5
Espina de la escápula
Borde medial de la escápula
Vista posterior

FIGURA 6-28. **Romboides.**

parte posterior de las caderas y desplazar los codos posteriormente contra resistencia (ejercida por el examinador). Esta maniobra permite palpar los romboides a lo largo de los bordes mediales de las escápulas, siempre y cuando sus movimientos sean normales; al encontrarse en profundidad con respecto a los trapecios, son difíciles de visualizar.

Músculos escapulohumerales (intrínsecos del hombro)

Los **seis músculos escapulohumerales** (deltoides, redondo mayor, supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor) son relativamente cortos, se extienden desde la escápula hasta el húmero, y actúan sobre la articulación del hombro. Estos músculos se ilustran en las figuras 6-23 y 6-29, y sus inserciones, inervación y principales acciones se resumen en la tabla 6-6.

Deltoides. El **deltoides** es un potente y grueso músculo de textura tosca que recubre el hombro y forma su contorno redondeado (figs. 6-23 y 6-30; tabla 6-6). Como su nombre indica, tiene forma de la letra griega delta (Δ) invertida. Se divide en dos porciones unipenniformes (anterior o clavicular y posterior o espinal) y una multipenniforme (media o acromial), que pueden actuar separadamente o como un todo. Cuando las tres porciones del deltoides se contraen simultáneamente, el brazo se abduce. Las porciones

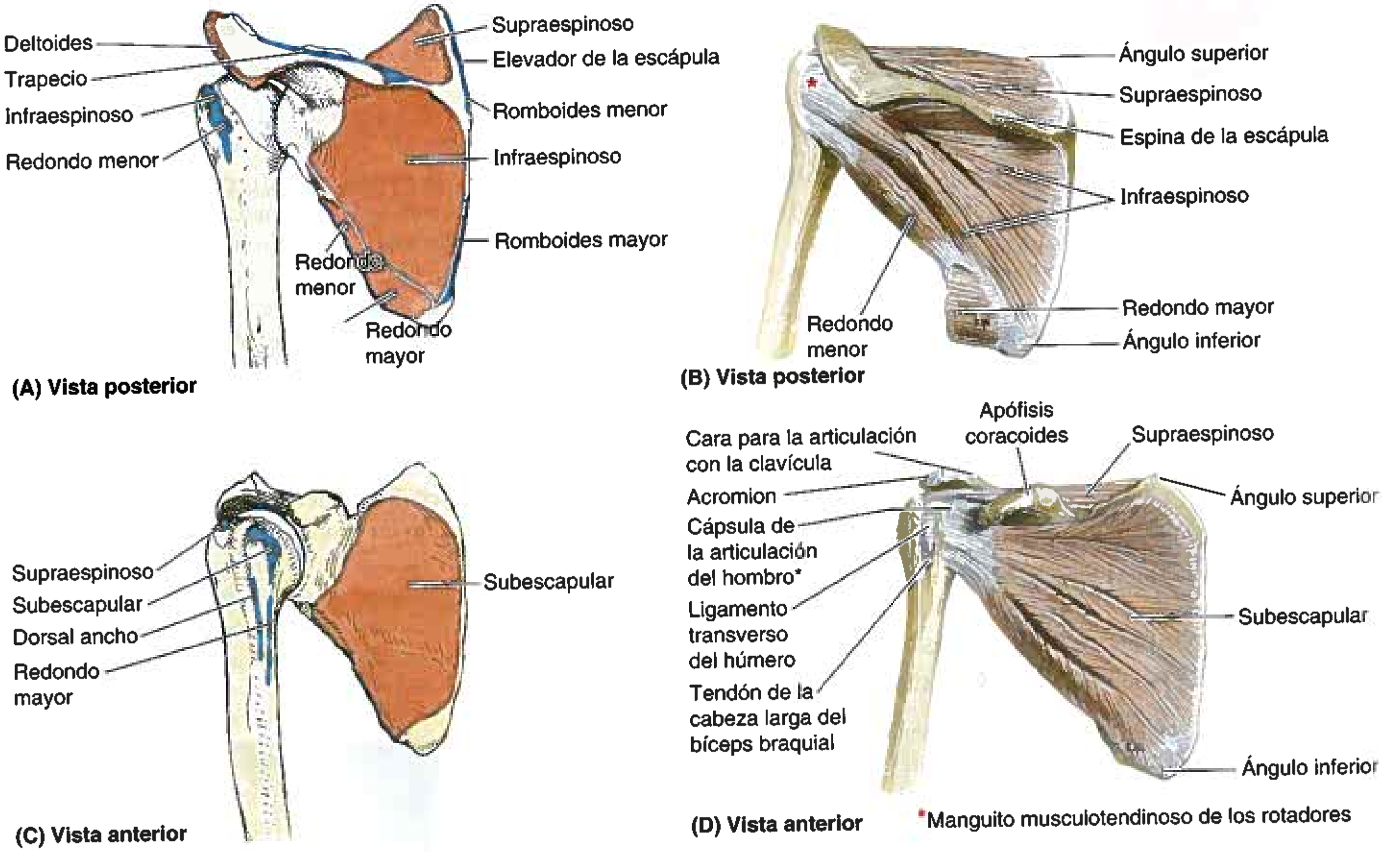

Deltoides
Trapecio
Infraespinoso
Redondo menor
Supraespinoso
Elevador de la escápula
Romboides menor
Infraespinoso
Romboides mayor
Redondo menor
Redondo mayor
(A) Vista posterior
Ángulo superior
Supraespinoso
Espina de la escápula
Infraespinoso
Redondo mayor
Ángulo inferior
Redondo menor
(B) Vista posterior
Supraespinoso
Subescapular
Dorsal ancho
Redondo mayor
Subescapular
(C) Vista anterior
Apófisis coracoides
Cara para la articulación con la clavícula
Acromion
Cápsula de la articulación del hombro*
Ligamento transverso del húmero
Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial
Supraespinoso
Ángulo superior
Subescapular
Ángulo inferior
(D) Vista anterior
*Manguito musculotendinoso de los rotadores

FIGURA 6-29. Músculos escapulohumerales. A a D. Estos músculos van desde la escápula al húmero y actúan sobre la articulación del hombro. Aquí no se incluye el deltoides, que se muestra en la figura 6-30.

TABLA 6-6. MÚSCULOS ESCAPULOHUMERALES (INTRÍNSECOS DEL HOMBRO)

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción del músculo
Deltoides	Tercio lateral de la clavícula; acromion y espina de la escápula	Tuberosidad deltoidea del húmero	Nervio axilar (**C5**, C6)	La porción clavicular (anterior) flexiona y rota el brazo medialmente; la porción acromial (media) abduce el brazo; la porción espinal (posterior) extiende y rota el brazo lateralmente
Supraespinoso[b]	Fosa supraespinosa de la escápula	Carilla superior del tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (C4, **C5**, C6)	Inicia la abducción del brazo y ayuda al deltoides en ésta, y actúa con los músculos del manguito de los rotadores[b]

TABLA 6-6. MÚSCULOS ESCAPULOHUMERALES (INTRÍNSECOS DEL HOMBRO) *(Continuación)*

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción del músculo
Infraespinoso[b]	Fosa infraespinosa de la escápula	Carilla media del tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (**C5**, C6)	Rota lateralmente el brazo; actúa con los músculos del manguito de los rotadores[b]
Redondo menor[b]	Porción media del borde lateral de la escápula	Carilla inferior del tubérculo mayor del húmero	Nervio axilar (**C5**, C6)	Rota lateralmente el brazo; y actúa con los músculos del manguito de los rotadores[b]
Redondo mayor	Cara posterior del ángulo inferior de la escápula	Labio medial del surco intertubercular del húmero	Nervio subescapular inferior (C5, **C6**)	Aduce y rota el brazo medialmente
Subescapular[b]	Fosa subescapular (la mayor parte de la cara anterior de la escápula)	Tubérculo menor del húmero	Nervios subescapulares superior e inferior (C5, **C6**, C7)	Rota medialmente el brazo; como parte del manguito de los rotadores, ayuda a mantener la cabeza humeral en la cavidad glenoidea

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «**C5**, C6» indica que los nervios que inervan el deltoides derivan de los segmentos cervicales quinto y sexto de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**C5**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan en ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

[b] En conjunto, los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular se conocen como músculos del manguito de los rotadores. Su función principal durante todos los movimientos de la articulación del hombro (glenohumeral) es mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea de la escápula.

clavicular y espinal actúan como tensores que sostienen el brazo cuando se encuentra en abducción.

Para iniciar el movimiento durante los primeros 15° de la abducción, el deltoides recibe la ayuda del supraespinoso (fig. 6-29B). Cuando el brazo se encuentra en aducción completa, la línea de tracción del deltoides coincide con el eje del húmero, de modo que éste tira directamente del hueso hacia arriba y no puede iniciar ni generar abducción. No obstante, el deltoides es capaz de actuar como un músculo coaptador porque opone resistencia al desplazamiento inferior de la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea (p. ej., cuando se levanta o se lleva una maleta). Para iniciar la abducción desde una posición de aducción completa se necesita la acción del supraespinoso o bien que el sujeto se incline hacia un lado para que el movimiento se inicie debido a la fuerza de la gravedad. El deltoides se vuelve completamente eficaz como abductor tras los primeros 15° de movimiento.

Las porciones clavicular y espinal del deltoides actúan en el balanceo que realizan los miembros superiores cuando se camina. La porción clavicular colabora con el pectoral mayor en la flexión del brazo, y la espinal con el dorsal ancho en su extensión. El deltoides también ayuda a estabilizar la articulación del hombro y a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea durante los movimientos del miembro superior.

Para explorar el deltoides (o la función del nervio axilar que lo inerva) el sujeto debe abducir el brazo contra resistencia desde una posición de aproximadamente 15° (fig. 6-31). Esta maniobra permite observar y palpar fácilmente el deltoides, siempre y cuando sus movimientos sean normales. Si la persona está en decúbito supino se evita la influencia de la gravedad.

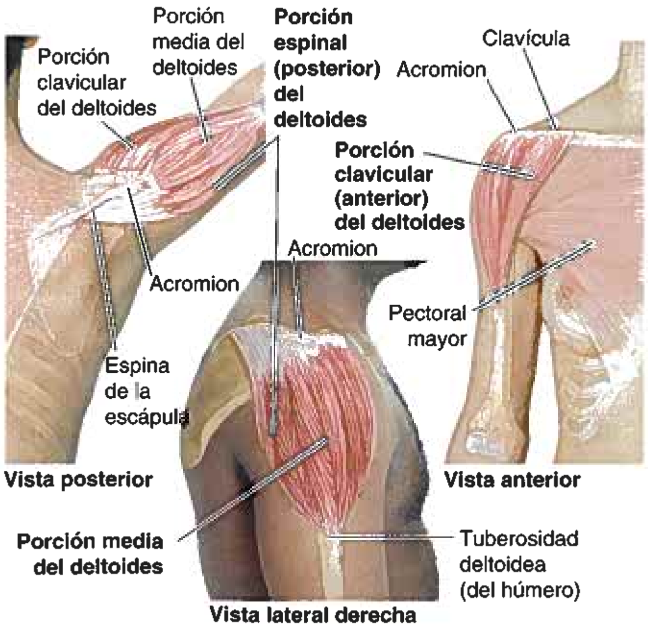

Porción clavicular del deltoides
Porción media del deltoides
Porción espinal (posterior) del deltoides
Acromion
Espina de la escápula
Vista posterior
Clavícula
Acromion
Porción clavicular (anterior) del deltoides
Acromion
Pectoral mayor
Vista anterior
Porción media del deltoides
Tuberosidad deltoidea (del húmero)
Vista lateral derecha

FIGURA 6-30. Deltoides.

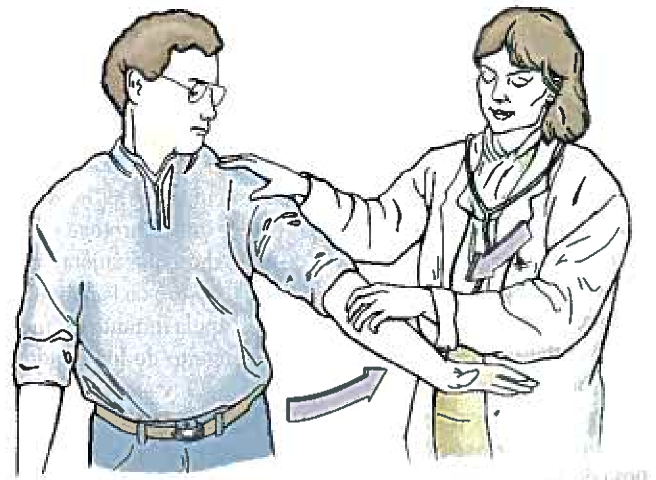


FIGURA 6-31. Exploración del músculo deltoides. El examinador se opone a la abducción del brazo del paciente por el deltoides. Cuando la función del deltoides es normal, se puede palpar la contracción de la porción media del músculo.

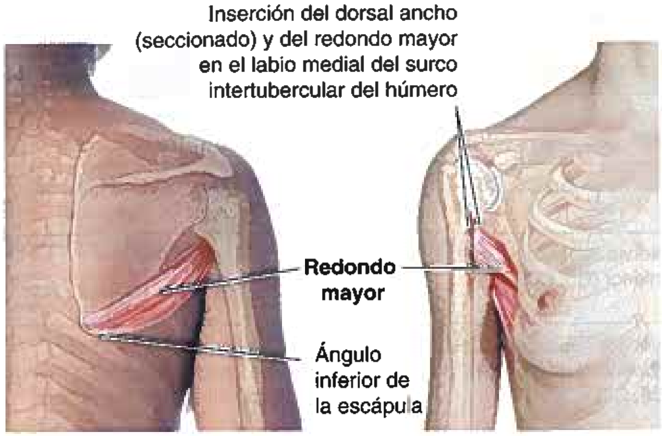

Inserción del dorsal ancho (seccionado) y del redondo mayor en el labio medial del surco intertubercular del húmero
Redondo mayor
Ángulo inferior de la escápula

FIGURA 6-32. Redondo mayor.

Redondo mayor. El **redondo mayor** es un grueso músculo redondeado que discurre lateralmente al tercio inferolateral de la escápula (figs. 6-23, 6-29A y B, y 6-32; tabla 6-6). Su borde inferior forma el borde inferior de la parte lateral de la pared posterior de la axila. El redondo mayor aduce y rota medialmente el brazo. También puede participar en su extensión a partir de la posición flexionada, y es un importante estabilizador de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea (la fija en su receptáculo).

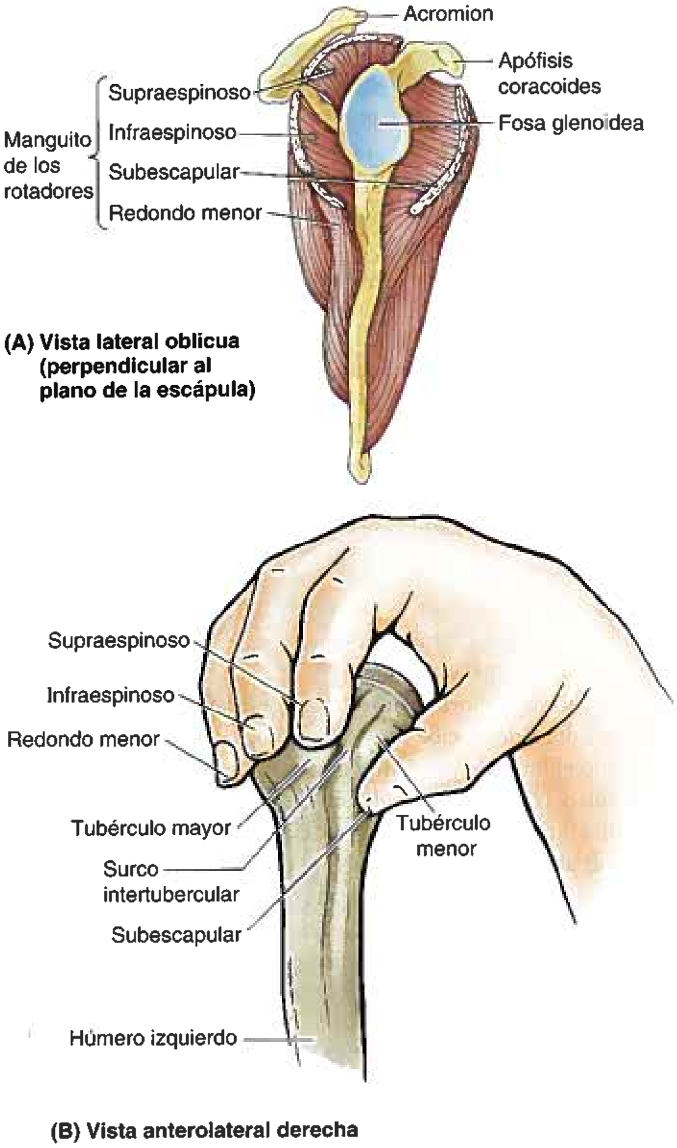
Para explorar el redondo mayor (o la función del nervio subescapular inferior que lo inerva) el sujeto debe poner el brazo en abducción y aducirlo contra resistencia. Esta maniobra permite observar y palpar fácilmente el músculo en el pliegue posterior de la axila, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

MÚSCULOS DEL MANGUITO DE LOS ROTADORES

Cuatro de los músculos escapulohumerales (músculos intrínsecos del hombro) —el supraespinoso, el infraespinoso, el redondo menor y el subescapular— reciben el nombre de **músculos del manguito de los rotadores** porque forman un manguito musculotendinoso rotador alrededor de la articulación del hombro (figs. 6-29B y D, y 6-33). Con la excepción del supraespinoso, todos ellos son rotadores del húmero; el supraespinoso, además de formar parte del manguito de los rotadores, inicia y ayuda al deltoides en los primeros 15° de la abducción del brazo.

Los tendones de estos cuatro músculos se fusionan con la membrana fibrosa de la cápsula de la articulación del hombro y la refuerzan formando el manguito rotador que la protege y le da estabilidad. La contracción tónica de estos músculos sujeta firmemente la relativamente grande cabeza del húmero en la pequeña y poco profunda cavidad glenoidea de la escápula durante los movimientos del brazo. Los músculos del manguito de los rotadores y sus inserciones se ilustran en la figura 6-29, y sus inserciones, inervación y principales acciones se resumen en la tabla 6-6.

Supraespinoso. El **supraespinoso** ocupa la fosa supraespinosa de la escápula (figs. 6-29A y B, y 6-33A). Una bolsa lo separa del cuarto lateral de la fosa. (V. «Deltoides», p. 704, para una explicación de la acción cooperativa de este músculo en la abducción del miembro superior.)


Acromion
Apófisis coracoides
Fosa glenoidea
Manguito de los rotadores
Supraespinoso
Infraespinoso
Subescapular
Redondo menor
Supraespinoso
Infraespinoso
Redondo menor
Tubérculo mayor
Surco intertubercular
Subescapular
Tubérculo menor
Húmero izquierdo

(A) Vista lateral oblicua (perpendicular al plano de la escápula)

(B) Vista anterolateral derecha

FIGURA 6-33. **Disposición de los músculos del manguito de los rotadores.** **A.** Llegando desde lados opuestos y tres fosas separadas en la escápula, los cuatro músculos del manguito de los rotadores discurren lateralmente para envolver la cabeza del húmero. **B.** La función primordial combinada de los cuatro músculos del manguito de los rotadores es «agarrar» y traccionar medialmente la cabeza del húmero, relativamente grande, manteniéndola fija sobre la cavidad glenoidea de la escápula, más pequeña y poco profunda. Los tendones de los músculos (representados por los tres dedos y el pulgar) se fusionan con la membrana fibrosa de la cápsula de la articulación del hombro para formar un manguito de los rotadores musculotendinoso, que refuerza la cápsula por tres lados (anteriormente, superiormente y posteriormente) y proporciona un apoyo activo a la articulación.

Para explorar el supraespinoso, el sujeto debe abducir el brazo contra resistencia desde la posición de aducción completa mientras el examinador palpa el músculo por encima de la espina de la escápula.

Infraespinoso. El **infraespinoso** ocupa los tres cuartos mediales de la fosa infraespinosa y está parcialmente cubierto por el deltoides y el trapecio. Aparte de estabilizar la articulación del hombro, es un potente rotador lateral del húmero.

Para explorar el infraespinoso, el sujeto debe flexionar el codo y aducir el brazo, para luego rotarlo lateralmente contra resistencia. Esta maniobra permite palpar el músculo inferior a la espina de la escápula, siempre y cuando sus movimientos sean normales. *Para explorar la función del nervio supraescapular*, que inerva al supraespinoso y al infraespinoso, se deben examinar ambos músculos tal y como se ha descrito.

Redondo menor. El **redondo menor** es un músculo estrecho y alargado al que oculta completamente el deltoides y que no siempre se distingue claramente del infraespinoso. El redondo menor colabora con el infraespinoso en la rotación lateral del brazo y participa en su aducción. La mejor manera de distinguir el redondo menor y el infraespinoso es por su inervación: la del primero procede del nervio axilar y la del segundo del nervio supraescapular (tabla 6-6).

Subescapular. El **subescapular** es un músculo grueso y triangular que se sitúa sobre la cara costal de la escápula y forma parte de la pared posterior de la axila (figs. 6-29C y D, y 6-33A). En su trayecto hacia el húmero cruza la cara anterior de la articulación del hombro. El subescapular es el principal rotador medial del brazo y también participa en su aducción. Junto con los otros músculos del manguito de los rotadores mantiene la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea durante todos los movimientos de la articulación del hombro (es decir, estabiliza esta articulación durante los movimientos del codo, el carpo y la mano).

Anatomía de superficie de las regiones pectoral, escapular y deltoidea

La *clavícula* es el límite que separa la raíz del cuello del tórax. También indica la «división» entre los «territorios del drenaje linfático» cervical profundo y axilar (como una cordillera que divide dos vertientes fluviales): la linfa de las estructuras superiores a las clavículas drena a través de los nódulos cervicales profundos, y la de las inferiores a las clavículas, hasta la altura del ombligo, drena a través de los nódulos linfáticos axilares.

La **fosa infraclavicular** es el área deprimida situada justo inferior a la parte lateral de la clavícula (fig. 6-34). Esta depresión se superpone al **triángulo clavipectoral (deltopectoral),** limitado por la clavícula superiormente, el pectoral mayor medialmente y el deltoides lateralmente, que puede ser visible en la fosa en los individuos delgados. La *vena cefálica*, tras ascender por el miembro superior, entra en el triángulo clavipectoral y perfora la fascia clavipectoral para acabar en la *vena axilar*. La *apófisis coracoides* de la escápula no es subcutánea, sino que está cubierta por el borde anterior del deltoides; no obstante, se puede notar su punta en la palpación profunda de la cara lateral del triángulo clavipectoral. La apófisis coracoides se utiliza como punto de referencia óseo cuando se lleva a cabo un bloqueo del plexo braquial, y su posición es importante en el diagnóstico de las luxaciones del hombro.

Si el sujeto sostiene un peso se puede palpar el inclinado borde anterior del *trapecio* y el lugar en que sus fibras superiores se insertan en el tercio lateral de la clavícula. Cuando el brazo se abduce y luego se aduce contra resistencia, se puede visualizar y palpar la *porción esternocostal del pectoral mayor*. Si se pinza con los dedos el *pliegue anterior de la axila*, que delimita la axila anteriormente, se puede llegar a tocar el borde inferior de la *porción esternocostal del pectoral mayor*. Inferiormente al pliegue anterior de la axila son visibles varias digitaciones del *serrato anterior*. El *pliegue posterior de la axila* está compuesto por piel y tejido muscular (dorsal ancho y redondo mayor), y delimita la axila posteriormente.

Se puede seguir con los dedos el borde lateral del acromion en dirección posterior hasta que éste termina en el *ángulo acromial* (fig. 6-35A). Clínicamente, la *longitud del brazo* se mide desde el

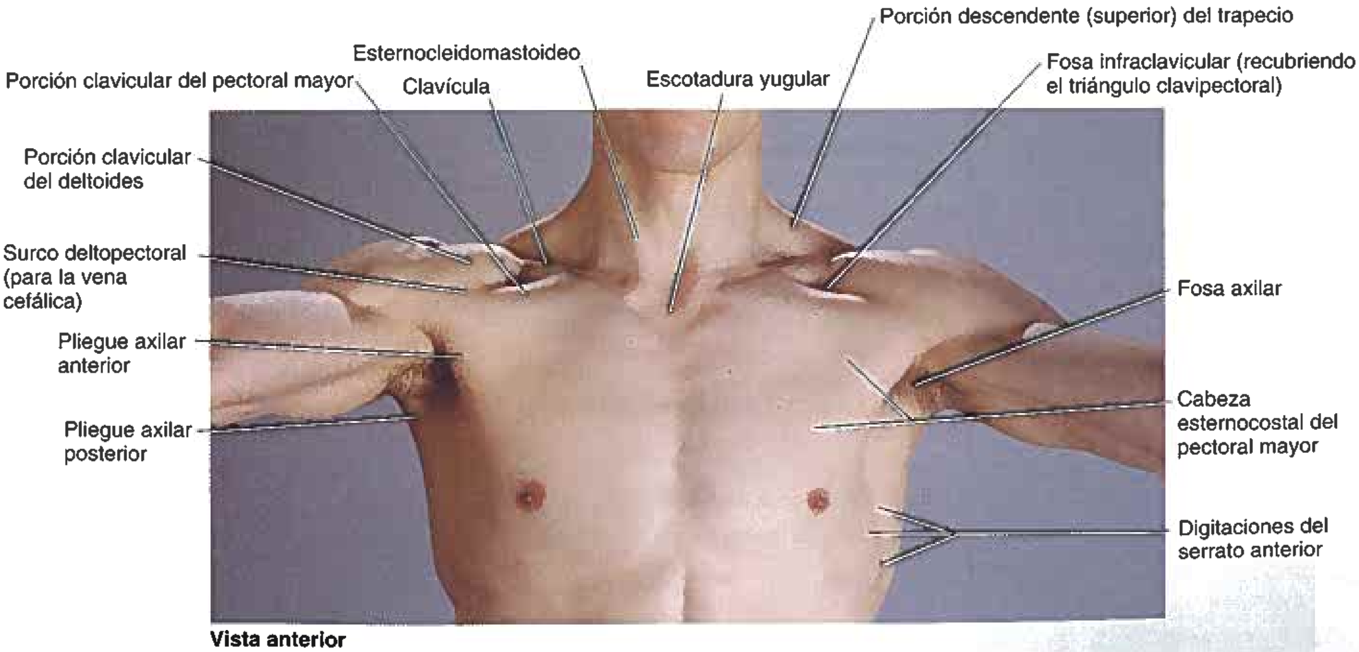
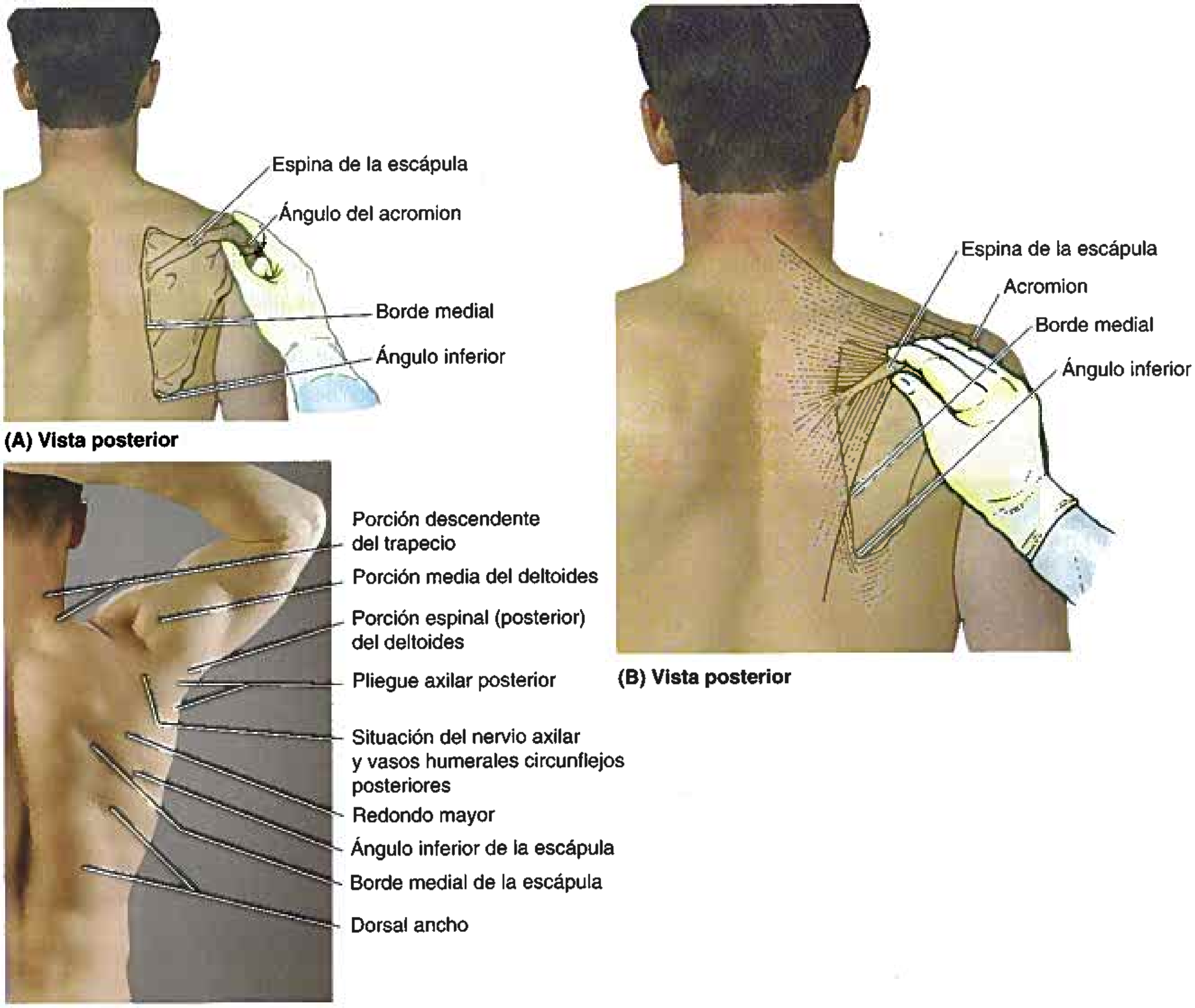

Porción descendente (superior) del trapecio
Esternocleidomastoideo
Porción clavicular del pectoral mayor
Clavícula
Escotadura yugular
Fosa infraclavicular (recubriendo el triángulo clavipectoral)
Porción clavicular del deltoides
Surco deltopectoral (para la vena cefálica)
Fosa axilar
Pliegue axilar anterior
Pliegue axilar posterior
Cabeza esternocostal del pectoral mayor
Digitaciones del serrato anterior
Vista anterior

FIGURA 6-34. Anatomía de superficie de las regiones deltoidea y pectoral.

ángulo acromial hasta el cóndilo lateral del húmero. La *espina de la escápula* es subcutánea en todo su recorrido y es fácil de palpar en su curso en dirección medial y ligeramente inferior partiendo del acromion (fig. 6-35B). Cuando el brazo está en aducción, la *raíz de la espina de la escápula* (extremo medial) se localiza frente a la punta de la apófisis espinosa de T3. Inferiormente a la raíz de la espina se puede palpar el *borde medial de la escápula*, que cruza las costillas 3.ª a 7.ª (fig. 6-35C); en algunas personas, especialmente si son delgadas, puede ser visible. El *ángulo inferior de la escápula* es fácil de palpar y normalmente se puede ver. Si se agarra el ángulo inferior de la escápula con los dedos se puede mover ésta arriba y abajo. Cuando el brazo se encuentra en aducción, el ángulo inferior de la escápula se opone a la punta de la apófisis espinosa de T7 y descansa sobre la 7.ª costilla o el 7.º espacio intercostal.

Cuando el brazo se encuentra en aducción, el **tubérculo mayor del húmero** es el punto óseo más lateral del hombro y se puede tocar a la palpación profunda a través del deltoides, inferior al borde lateral del acromion. Cuando se abduce el brazo, el tubérculo mayor desaparece debajo del acromion y ya no se puede palpar. El **deltoides,** al cubrir la parte proximal del húmero, forma el contorno muscular redondeado del hombro. Los bordes y las partes del deltoides normalmente son visibles cuando el brazo se abduce contra resistencia (fig. 6-36). En las luxaciones del hombro es típica la pérdida del aspecto redondeado de la musculatura y la aparición de una depresión superficial distal al acromion debido al desplazamiento de la cabeza del húmero. El **redondo mayor** es prominente cuando el sujeto aduce y rota medialmente el brazo contra resistencia partiendo de una posición previa en abducción (como sucede cuando un gimnasta estabiliza o fija la articulación del hombro al hacer «el Cristo» en las anillas).

En el movimiento de abducción de los miembros superiores, la escápula se desplaza lateralmente sobre la pared torácica, y ello permite la palpación de los **romboides.** Al encontrarse estos últimos en profundidad con respecto al *trapecio,* no siempre son visibles. Si se produce una parálisis de los romboides de un lado, la escápula de la mitad del cuerpo afectada se aparta más de la línea media que la otra porque los músculos paralizados son incapaces de retraerla.


Espina de la escápula
Ángulo del acromion
Borde medial
Ángulo inferior
Espina de la escápula
Acromion
Borde medial
Ángulo inferior
Porción descendente del trapecio
Porción media del deltoides
Porción espinal (posterior) del deltoides
Pliegue axilar posterior
Situación del nervio axilar y vasos humerales circunflejos posteriores
Redondo mayor
Ángulo inferior de la escápula
Borde medial de la escápula
Dorsal ancho

(A) Vista posterior

(B) Vista posterior

(C) Vista posterior

FIGURA 6-35. **Anatomía de superficie de la escápula y la región escapular.**

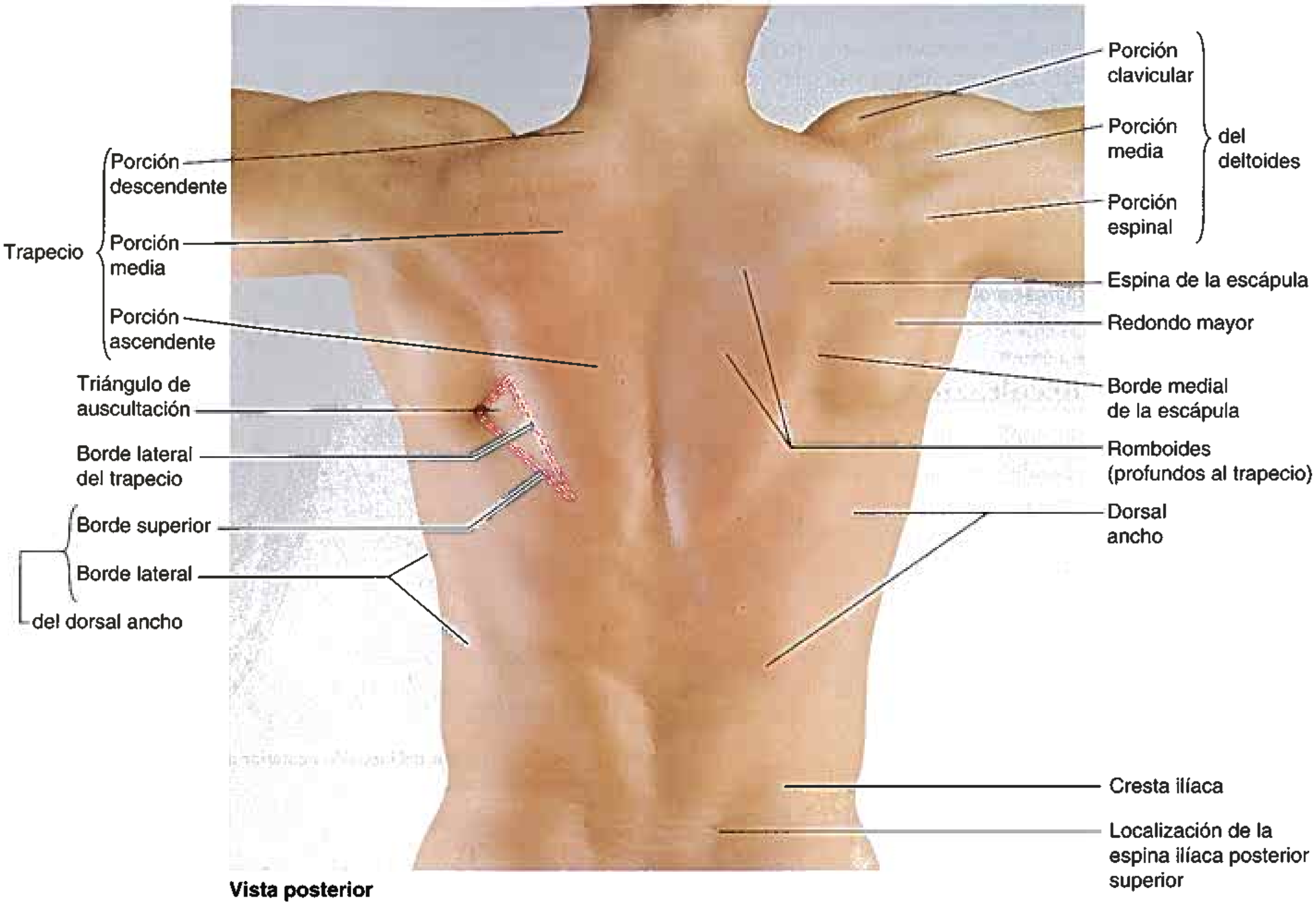

Trapecio
Porción descendente
Porción media
Porción ascendente
Triángulo de auscultación
Borde lateral del trapecio
Borde superior
Borde lateral
del dorsal ancho
Porción clavicular
Porción media
Porción espinal
del deltoides
Espina de la escápula
Redondo mayor
Borde medial de la escápula
Romboides (profundos al trapecio)
Dorsal ancho
Cresta ilíaca
Localización de la espina ilíaca posterior superior
Vista posterior

FIGURA 6-36. Anatomía de superficie de los músculos axioapendiculares y escapulohumerales.

REGIONES PECTORAL, ESCAPULAR Y DELTOIDEA

Ausencia de músculos pectorales

La ausencia de parte del pectoral mayor, normalmente de su porción esternocostal, no es frecuente, pero cuando se produce no suele provocar discapacidad. Sin embargo, el pliegue axilar anterior, formado por la piel y la fascia que recubren el borde inferior del pectoral mayor, falta en el lado afectado y el pezón se sitúa más bajo de lo normal. En el *síndrome de Poland* están ausentes el pectoral mayor y el pectoral menor, y suele acompañarse de hipoplasia de la mama y de ausencia de dos a cuatro segmentos costales.

Parálisis del serrato anterior

Cuando se paraliza el serrato anterior a causa de una *lesión del nervio torácico largo* (fig. 6-22), el borde medial de la escápula se desplaza lateral y posteriormente respecto de la pared torácica. Esto da a la escápula la apariencia de un ala, especialmente cuando la persona se apoya sobre la mano o presiona el miembro superior contra una pared. Cuando se levanta el brazo, el borde medial y el ángulo inferior de la escápula se separan marcadamente de la pared torácica posterior, una deformación conocida como **escápula alada** (fig. C6-5). Además, es posible que el miembro superior no pueda abducirse

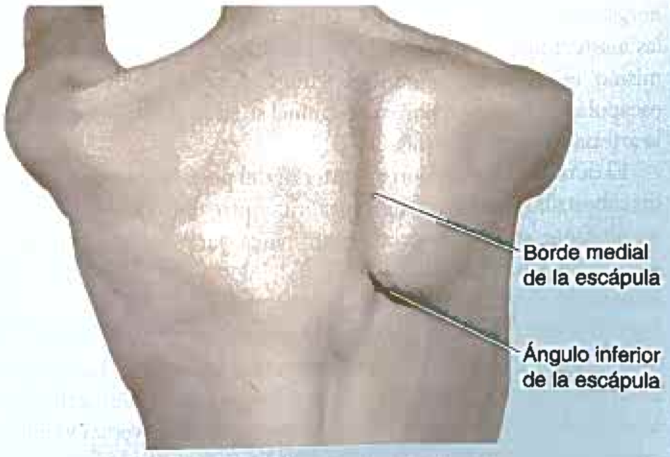

Borde medial de la escápula
Ángulo inferior de la escápula

FIGURA C6-5. Escápula alada derecha.

más allá de la posición horizontal, ya que el serrato anterior es incapaz de rotar superiormente la cavidad glenoidea para permitir completar la abducción del miembro. Recuérdese que el trapecio también ayuda a elevar el brazo por encima de la horizontal. Aunque queda protegido cuando los miembros se encuentran situados a los lados del tronco, el nervio torácico largo es excepcional debido a su recorrido por la cara superficial del serrato anterior, al que inerva. De este modo, cuando se elevan los miembros, como en una pelea con arma blanca, el nervio es especialmente vulnerable. Las armas, como los disparos en el tórax, son una causa frecuente de lesiones.

Triángulo de auscultación

Junto al ángulo inferior de la escápula se encuentra una pequeña hendidura triangular en la musculatura. El borde horizontal superior del dorsal ancho, el borde medial de la escápula y el borde inferolateral del trapecio forman un *triángulo de auscultación* (figs. 6-23 y 6-36). Este hueco en la gruesa musculatura del dorso es un buen lugar para explorar los segmentos posteriores de los pulmones con un estetoscopio. Si se desplazan anteriormente las escápulas cruzando los brazos sobre el pecho y se flexiona el tronco, el triángulo de auscultación se hace más grande y parte de las costillas 6.ª y 7.ª y del 6.° espacio intercostal son subcutáneos.

Lesión del nervio accesorio (NC XI)

La principal manifestación clínica de la *parálisis del nervio accesorio* es una intensa debilidad homolateral al elevar (encoger) los hombros contra resistencia. Las lesiones del nervio accesorio se tratan con más detalle en los capítulos 8 y 9.

Lesión del nervio toracodorsal

Las intervenciones quirúrgicas en la parte inferior de la axila implican el riesgo de lesionar el nervio toracodorsal (C6-8) que inerva al dorsal ancho. Este nervio pasa inferiormente por la pared posterior de la axila y entra en el dorsal ancho cerca de donde éste se vuelve tendinoso (fig. C6-6). El nervio toracodorsal también es vulnerable a las lesiones durante las mastectomías, cuando se extirpa la cola axilar de la mama. Asimismo, es vulnerable durante la cirugía de los nódulos linfáticos escapulares, ya que su porción terminal se sitúa anterior a ellos y a la arteria subescapular (fig. C6-7).

El dorsal ancho y la porción inferior del pectoral mayor forman un cabestrillo muscular anteroposterior entre el tronco y el brazo; no obstante, el dorsal ancho constituye la parte más potente del cabestrillo. Cuando hay una parálisis del dorsal ancho, el sujeto es incapaz de elevar el tronco con los miembros superiores, como se hace al trepar. Asimismo, la persona no puede utilizar una muleta axilar, ya que ésta empuja superiormente al hombro. Éstas son las principales actividades en que se precisa una depresión activa de la escápula; la depresión pasiva provocada por la gravedad es adecuada para la mayoría de las actividades.

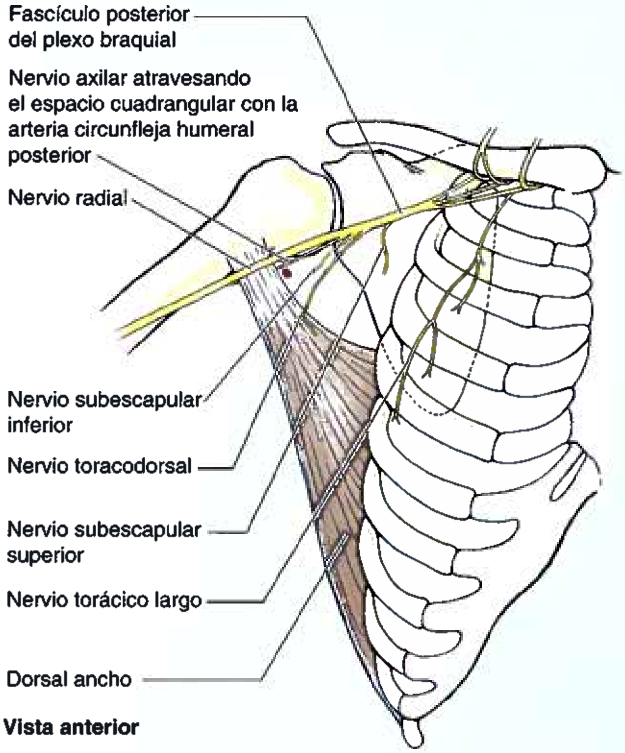

Fascículo posterior del plexo braquial
Nervio axilar atravesando el espacio cuadrangular con la arteria circunfleja humeral posterior
Nervio radial
Nervio subescapular inferior
Nervio toracodorsal
Nervio subescapular superior
Nervio torácico largo
Dorsal ancho
Vista anterior

FIGURA C6-6. **Ramos del fascículo posterior del plexo braquial, incluido el nervio toracodorsal.**

Lesión del nervio dorsal de la escápula

La lesión del nervio dorsal de la escápula, el nervio para los romboides, afecta a las acciones de estos músculos. Si se paralizan los romboides de un lado, la escápula de ese lado se sitúa más alejada de la línea media que la del lado sano.

Lesión del nervio axilar

El deltoides se atrofia cuando el nervio axilar (C5 y C6) está gravemente dañado. Como el nervio pasa inferior a la cabeza del húmero y se enrolla alrededor del cuello quirúrgico de éste (fig. C6-8A), normalmente se lesiona cuando se fractura esta parte del húmero. También puede dañarse en la luxación de la articulación del hombro y por compresión debido al uso incorrecto de muletas. A medida que el deltoides se atrofia, el contorno redondeado del hombro se aplana en comparación con el lado no lesionado. Esto da al hombro una apariencia aplanada y produce una ligera depresión inferior al acromion. Además de la atrofia del deltoides, puede producirse una pérdida de sensibilidad en el lado lateral de la parte proximal del brazo, el área inervada por el *nervio cutáneo lateral superior del brazo*, el ramo cutáneo del nervio axilar (en color rojo en la fig. C6-8B).

El deltoides es un lugar habitual para la inyección de fármacos intramusculares. El nervio axilar discurre transversalmente bajo el deltoides a nivel del cuello quirúrgico del húmero (fig. C6-8A). Ser consciente de su posición también evitará lesionarlo durante los abordajes quirúrgicos del hombro.

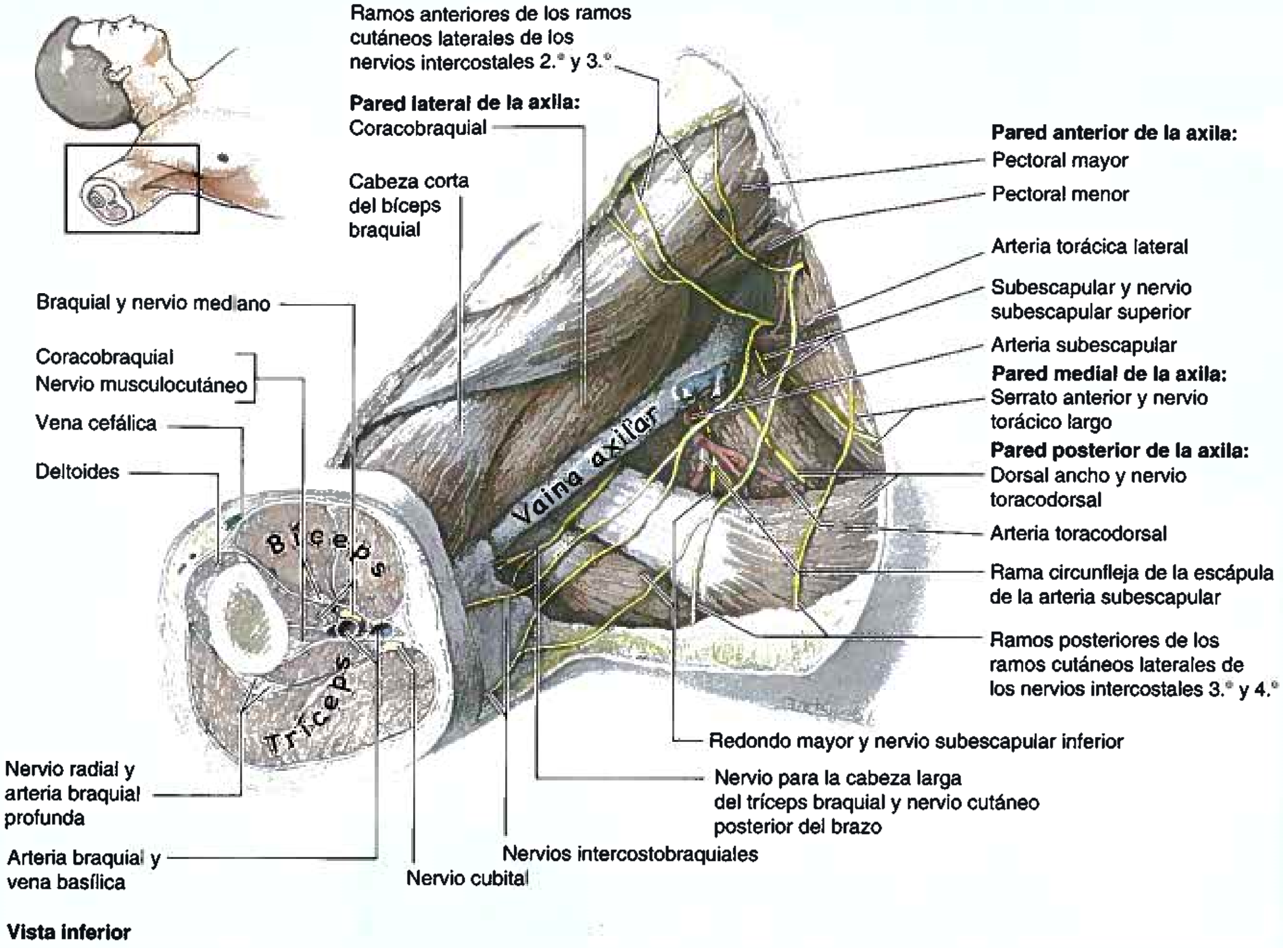

Ramos anteriores de los ramos cutáneos laterales de los nervios intercostales 2.° y 3.°
Pared lateral de la axila:
Coracobraquial
Cabeza corta del bíceps braquial
Braquial y nervio mediano
Coracobraquial
Nervio musculocutáneo
Vena cefálica
Deltoides
Nervio radial y arteria braquial profunda
Arteria braquial y vena basílica
Vista inferior
Nervio cubital
Nervios intercostobraquiales
Nervio para la cabeza larga del tríceps braquial y nervio cutáneo posterior del brazo
Redondo mayor y nervio subescapular inferior
Ramos posteriores de los ramos cutáneos laterales de los nervios intercostales 3.° y 4.°
Rama circunfleja de la escápula de la arteria subescapular
Arteria toracodorsal
Pared posterior de la axila:
Dorsal ancho y nervio toracodorsal
Pared medial de la axila:
Serrato anterior y nervio torácico largo
Arteria subescapular
Subescapular y nervio subescapular superior
Arteria torácica lateral
Pared anterior de la axila:
Pectoral mayor
Pectoral menor
Vaina axilar
Bíceps
Tríceps

FIGURA C6-7. **Nervios estrechamente relacionados con las paredes de la axila.**

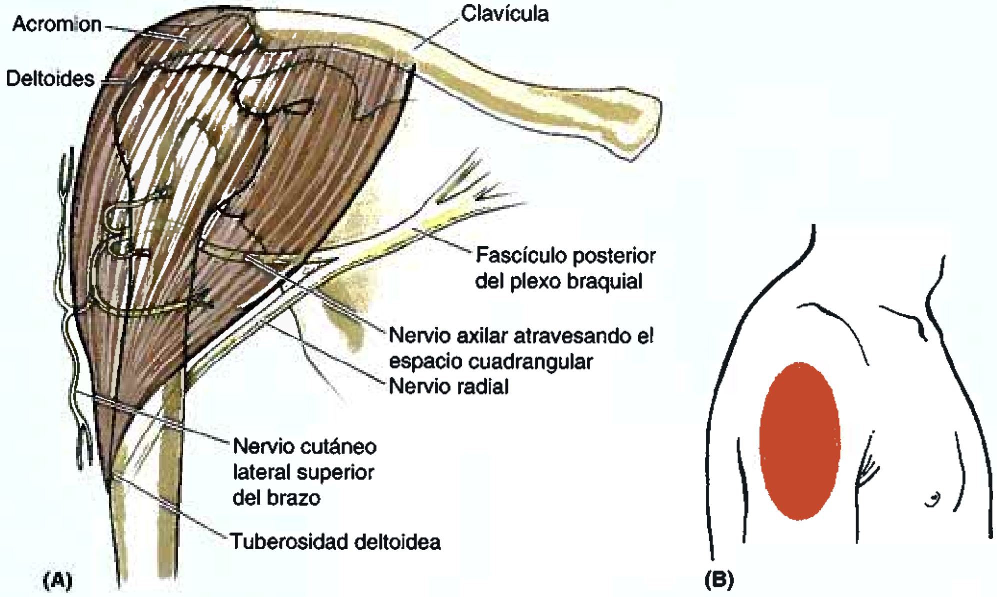

Acromion
Deltoides
Clavícula
Fascículo posterior del plexo braquial
Nervio axilar atravesando el espacio cuadrangular
Nervio radial
Nervio cutáneo lateral superior del brazo
Tuberosidad deltoidea
(A)
(B)

FIGURA C6-8. **A.** Recorrido normal del nervio axilar. **B.** Área de anestesia (en *rojo*) tras una lesión del nervio axilar.

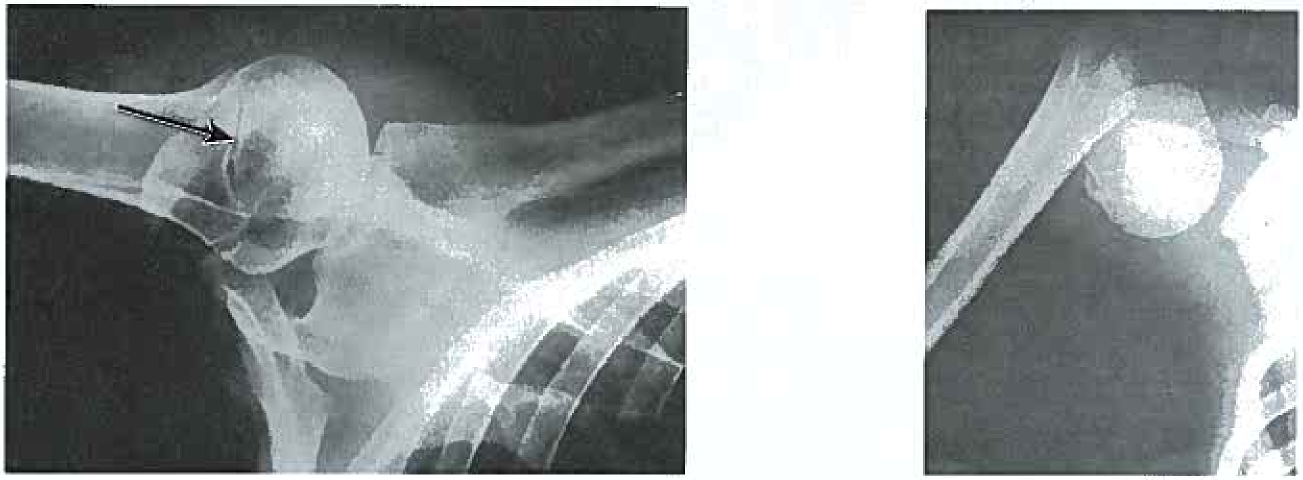
Fractura-luxación de la epífisis proximal del húmero

Un golpe directo o una lesión indirecta del hombro en un niño o adolescente puede producir una fractura-luxación de la epífisis proximal del húmero debido a que la cápsula articular de la articulación del hombro (reforzada por el manguito de los rotadores) es más resistente que la lámina epifisaria. En las fracturas graves, el cuerpo del húmero sufre un pronunciado desplazamiento, pero la cabeza humeral mantiene su relación normal con la cavidad glenoidea de la escápula (fig. C6-9B).

Lesiones del manguito de los rotadores

El manguito de los rotadores puede dañarse debido a lesiones o procesos patológicos, con lo que se produce inestabilidad de la articulación del hombro. Los traumatismos pueden provocar la rotura o desgarro de uno o más de los tendones de los rotadores. El tendón del supraespinoso es la lesión más frecuente del manguito de los rotadores (fig. C6-10).

La *tendinitis degenerativa del manguito de los rotadores* es frecuente, especialmente en las personas ancianas. Estos síndromes se estudian en detalle más adelante en este capítulo, en relación con la articulación del hombro (p. 814).



Epífisis normal del húmero en el adolescente

Separación de la epífisis humeral

FIGURA C6-9. **Fractura-luxación de la epífisis humeral proximal.**

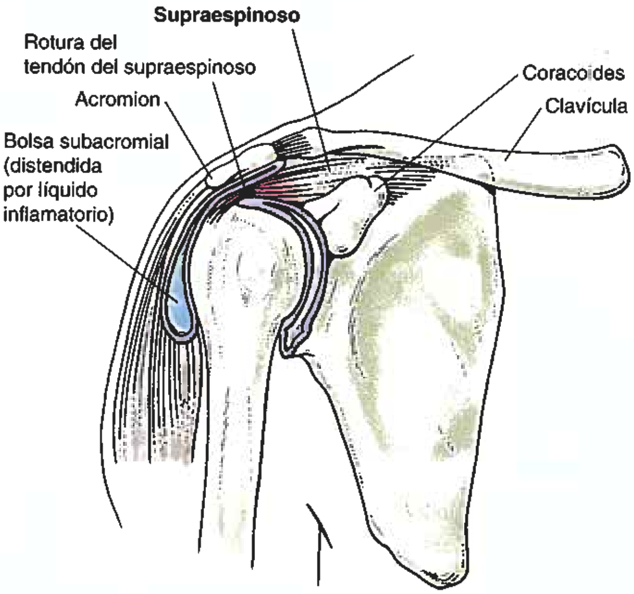

Supraespinoso
Rotura del tendón del supraespinoso
Acromion
Bolsa subacromial (distendida por líquido inflamatorio)
Coracoides
Clavícula

FIGURA C6-10. **Lesión del manguito de los rotadores.**

Puntos fundamentales

MÚSCULOS DEL SEGMENTO PROXIMAL DEL MIEMBRO SUPERIOR

En función de sus inserciones, los músculos del segmento proximal del miembro superior se clasifican en axioapendiculares y escapulohumerales.

Músculos axioapendiculares. Los músculos axioapendiculares sirven para posicionar la base sobre la cual el miembro superior se extiende y actúa en relación con el tronco. ♦ Estos músculos se dividen en un grupo anterior, uno posterior superficial y uno posterior profundo. ♦ Estos grupos actúan antagónicamente para elevar-deprimir y protraer-retraer toda la escápula, o bien para rotarla, y así elevar o descender la cavidad glenoidea y la articulación del hombro (tabla 6-5). ♦ Estos movimientos amplían la variedad funcional de movimientos que tienen lugar en la articulación del hombro. ♦ En todos estos movimientos están implicadas tanto la clavícula como la escápula; los límites a todos los movimientos de la segunda están impuestos por la primera, que es la que establece la única unión con el esqueleto axial. ♦ En la mayoría de estos movimientos participan de forma cooperativa músculos con inervaciones distintas. Por ello, en general las lesiones que afectan a un único nervio típicamente debilitan, pero no eliminan, un movimiento. ♦ Dos notables excepciones son la rotación hacia arriba del ángulo lateral de la escápula (sólo parte superior del trapecio/nervio accesorio) y la rotación lateral del ángulo inferior de la escápula (sólo parte inferior del serrato anterior/nervio torácico largo).

Músculos escapulohumerales. Los músculos escapulohumerales (deltoides, redondo mayor y músculos del manguito de los rotadores) actúan junto con ciertos músculos axioapendiculares como grupos opuestos que posicionan el puntal proximal del miembro superior (el húmero) mediante movimientos de abducción-aducción, flexión-extensión, rotación medial-lateral y circunducción del brazo. ♦ Estos movimientos establecen la altura, la distancia del tronco y la dirección con que actuarán el antebrazo y la mano. ♦ Prácticamente todos los movimientos inducidos por los músculos escapulohumerales en la articulación del hombro se acompañan de movimientos inducidos por los músculos axioapendiculares en las articulaciones esternoclavicular y escapulotorácica, en especial después de las fases iniciales del movimiento. ♦ Un examinador experto con conocimientos de anatomía puede fijar manualmente o posicionar el miembro para aislar y explorar porciones determinadas de movimientos específicos del miembro. ♦ Los músculos del manguito de los rotadores rotan la cabeza del húmero (abduciendo y rotando lateral y medialmente el húmero) y la sujetan firmemente contra el poco profundo receptáculo formado por la cavidad glenoidea, con lo cual aumentan la integridad de la cápsula de la articulación del hombro.

AXILA

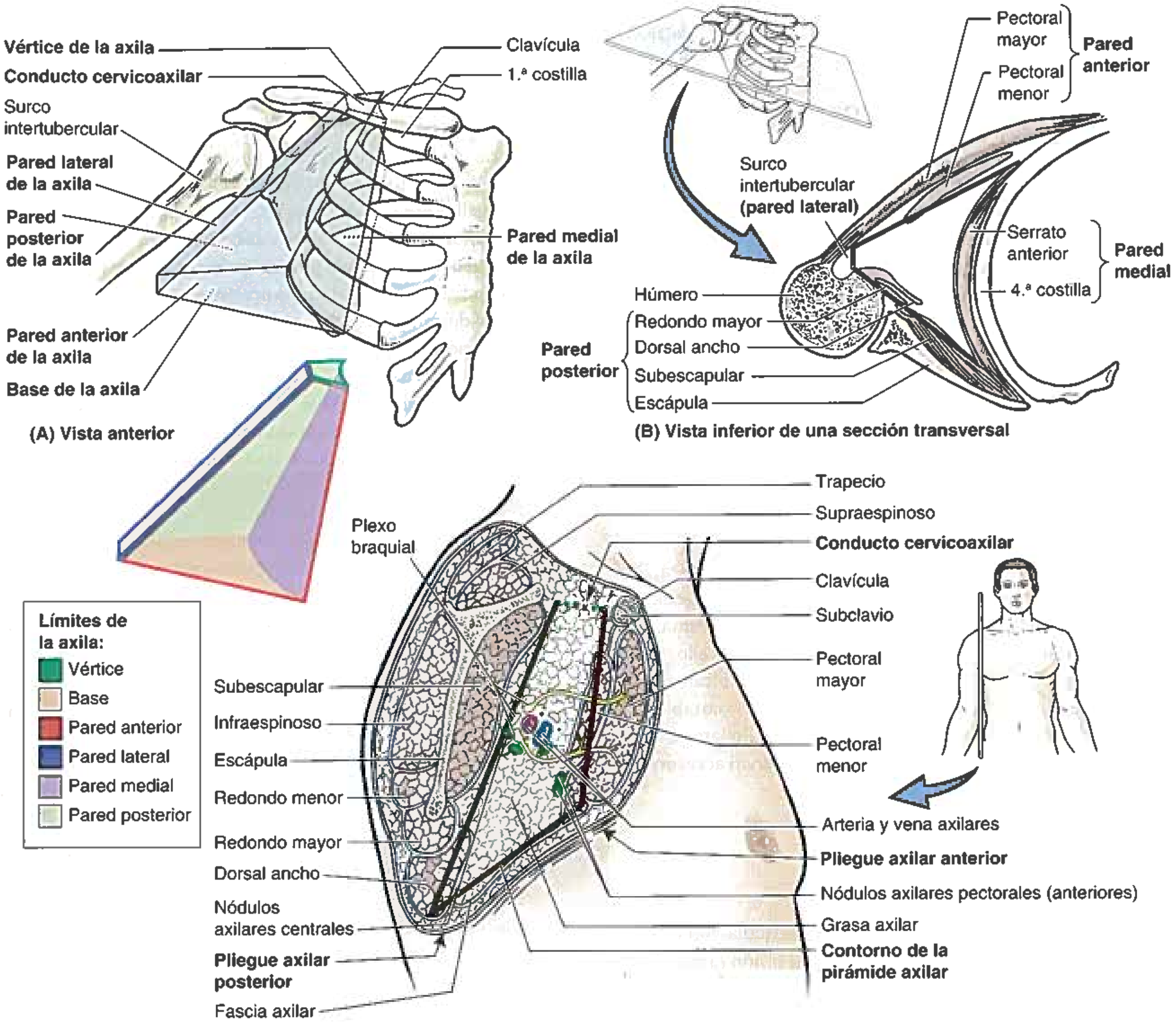
La **axila** es el espacio piramidal inferior a la articulación del hombro y superior a la fascia axilar localizado en la unión entre el brazo y el tórax (fig. 6-37). La axila proporciona una vía de paso, o «centro de distribución», normalmente protegida por el miembro superior aducido, para las estructuras vasculonerviosas que discurren hacia el miembro superior y retornan de él. Desde este centro de distribución, las estructuras vasculonerviosas pasan:

- Superiormente a través del conducto cervicoaxilar hacia (o desde) la raíz del cuello.
- Anteriormente a través del triángulo clavipectoral hacia la región pectoral.
- Inferior y lateralmente hacia el propio miembro.
- Posteriormente a través del espacio cuadrangular hacia la región escapular.
- Inferior y medialmente a lo largo de la pared torácica hacia los músculos axioapendiculares situados inferiormente (serrato anterior y dorsal ancho).

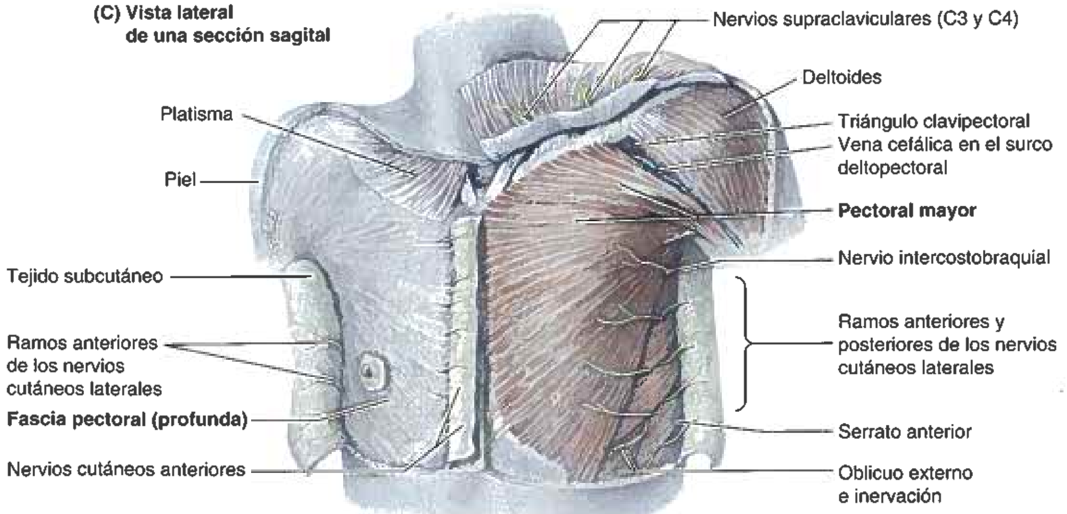
La forma y el tamaño de la axila varían según la posición del brazo; de hecho, casi desaparece cuando éste se encuentra en abducción completa (una posición, por cierto, en la cual su contenido es vulnerable). En virtud de un reflejo de «cosquillas», la mayoría de las personas recupera rápidamente la posición protegida cuando existe la amenaza de una invasión de la zona.

La axila consta de un vértice, una base y cuatro paredes (tres de ellas musculares):

- El *vértice de la axila* es el **conducto cervicoaxilar,** la vía de paso entre el cuello y la axila. Está limitado por la 1.ª costilla, la clavícula y el borde superior de la escápula. Las arterias, las venas, los vasos linfáticos y los nervios atraviesan esta abertura superior para dirigirse hacia el brazo o retornar de él (fig. 6-37A).
- La *base de la axila* está formada por la piel, el tejido subcutáneo, y la fascia axilar (profunda) cóncavos, y se extiende desde el brazo hasta la pared torácica (aproximadamente a nivel de la 4.ª costilla) para formar la **fosa axilar** (hueco de la axila). La base de la axila o fosa axilar está circunscrita por los pliegues axilares anterior y posterior, la pared torácica y la cara medial del brazo (fig. 6-37C).
- La *pared anterior de la axila* tiene dos capas, formadas por el pectoral mayor y el pectoral menor y las fascias pectoral y clavipectoral asociadas (figs. 6-13B y 6-37B y C). El **pliegue anterior de la axila** es la parte más inferior de la pared anterior que se puede agarrar con los dedos; está formado por el pectoral mayor en el puente que éste establece desde la pared torácica hasta el húmero, y por el tegumento que lo recubre (fig. 6-37C y D).
- La *pared posterior de la axila* está formada principalmente por la escápula y el subescapular en su cara anterior y por el redondo mayor y el dorsal ancho inferiormente (fig. 6-37B y C). El **pliegue posterior de la axila** es la parte más inferior de la pared posterior que se puede agarrar. Llega más abajo que la pared anterior y está formado por el dorsal ancho, el redondo mayor y el tegumento que los recubre.


Vértice de la axila
Conducto cervicoaxilar
Surco intertubercular
Pared lateral de la axila
Pared posterior de la axila
Pared anterior de la axila
Base de la axila
Clavícula
1.ª costilla
Pared medial de la axila
(A) Vista anterior
Límites de la axila:
🟩 Vértice
🟫 Base
🟥 Pared anterior
🟦 Pared lateral
🟪 Pared medial
⬜ Pared posterior
Pectoral mayor
Pectoral menor
Pared anterior
Surco intertubercular (pared lateral)
Serrato anterior
4.ª costilla
Pared medial
Húmero
Pared posterior
Redondo mayor
Dorsal ancho
Subescapular
Escápula
(B) Vista inferior de una sección transversal
Plexo braquial
Trapecio
Supraespinoso
Conducto cervicoaxilar
Clavícula
Subclavio
Pectoral mayor
Pectoral menor
Subescapular
Infraespinoso
Escápula
Redondo menor
Redondo mayor
Dorsal ancho
Nódulos axilares centrales
Pliegue axilar posterior
Fascia axilar
Arteria y vena axilares
Pliegue axilar anterior
Nódulos axilares pectorales (anteriores)
Grasa axilar
Contorno de la pirámide axilar

(C) Vista lateral de una sección sagital


Nervios supraclaviculares (C3 y C4)
Deltoides
Platisma
Piel
Triángulo clavipectoral
Vena cefálica en el surco deltopectoral
Pectoral mayor
Nervio intercostobraquial
Tejido subcutáneo
Ramos anteriores de los nervios cutáneos laterales
Ramos anteriores y posteriores de los nervios cutáneos laterales
Fascia pectoral (profunda)
Serrato anterior
Nervios cutáneos anteriores
Oblicuo externo e inervación

(D) Vista anterior

FIGURA 6-37. Ubicación, límites y contenido de la axila. A. La axila es un espacio inferior a la articulación del hombro y superior a la piel de la fosa axilar en la unión del brazo con el tórax. **B.** Las tres paredes musculares de la axila. La pequeña pared ósea lateral está constituida por el surco intertubercular del húmero. **C.** Contenido de la axila y músculos escapulares y pectorales que forman sus paredes posterior y anterior, respectivamente. El borde inferior del pectoral mayor forma el pliegue de la axila anterior, y el dorsal ancho y el redondo mayor forman el pliegue posterior de la axila. **D.** Disección superficial de la región pectoral. Obsérvese que se ha seccionado gran parte del platisma en el lado derecho. El músculo seccionado está reflejado superiormente en el lado izquierdo, junto con los nervios supraclaviculares; de ese modo, pueden observarse las inserciones claviculares del pectoral mayor y el deltoides.

- La *pared medial de la axila* está formada por la pared torácica (costillas 1.ª a 4.ª y músculos intercostales correspondientes) y el serrato anterior que la recubre (fig. 6-37A y B).
- La *pared lateral de la axila* es una estrecha pared ósea formada por el *surco intertubercular* del húmero.

La axila contiene los vasos sanguíneos axilares (arteria axilar y sus ramas, vena axilar y sus tributarias), vasos linfáticos y diversos grupos de *nódulos linfáticos axilares*, todos ellos incluidos en una matriz de *grasa axilar* (fig. 6-37C). También contiene grandes nervios que configuran los fascículos y ramos del *plexo braquial*, una red de nervios interconectados que se extiende desde el cuello hasta el miembro superior. Proximalmente, estas estructuras vasculonerviosas están envueltas por la **vaina axilar,** una extensión de la fascia cervical similar a una manga (fig. 6-38A).

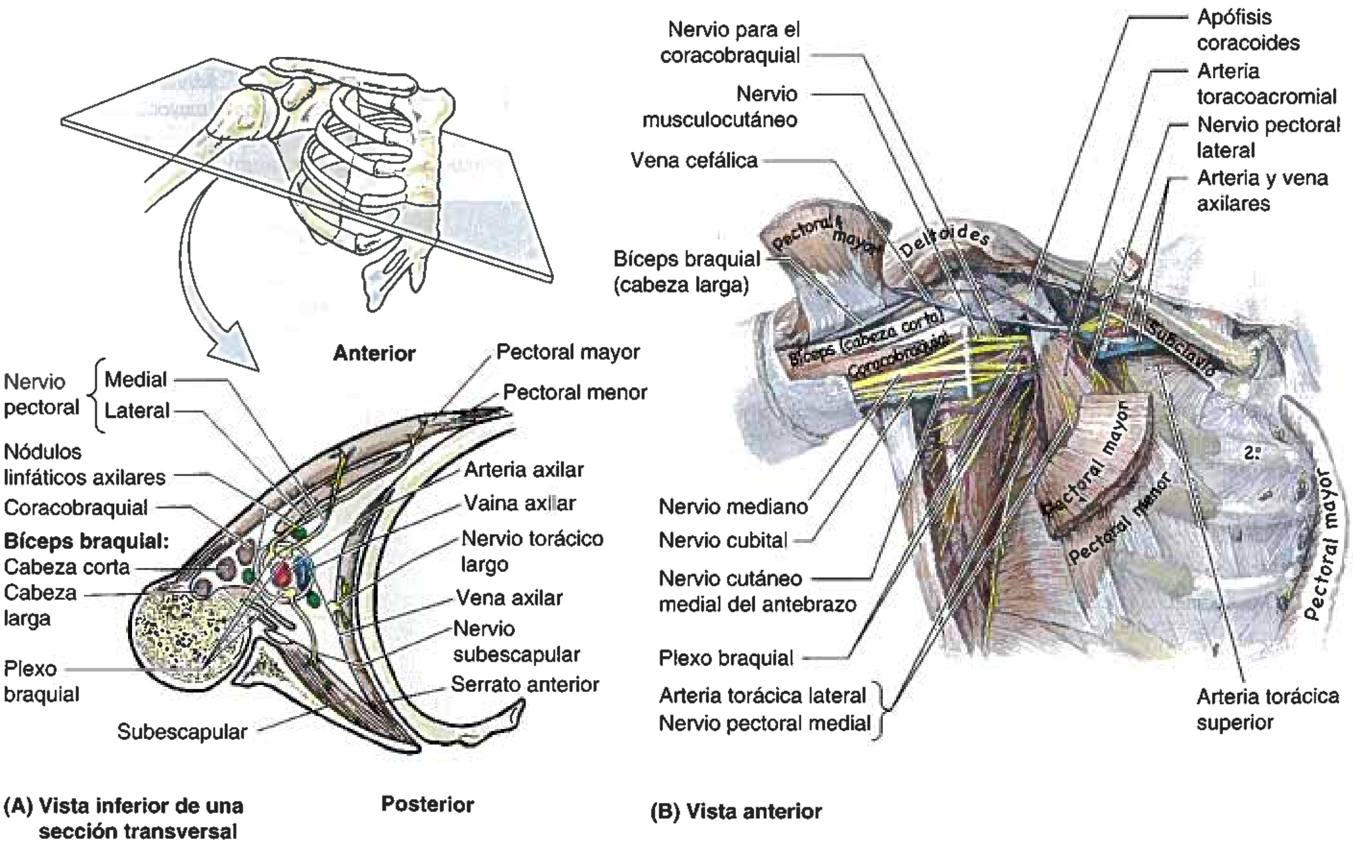
Arteria axilar

La **arteria axilar** se inicia en el borde lateral de la 1.ª costilla como continuación de la arteria subclavia, y termina en el borde inferior del redondo mayor (fig. 6-39). Discurre posteriormente al pectoral menor en el brazo y se convierte en la arteria braquial cuando cruza el borde inferior del redondo mayor, posición en la cual normalmente ya ha alcanzado el húmero. Con finalidad descriptiva, la arteria axilar se divide en tres porciones definidas por su relación con el pectoral menor (el número de porción también indica el número de sus ramas):

1. La **primera porción de la arteria axilar** se localiza entre el borde lateral de la 1.ª costilla y el borde medial del pectoral menor; está encerrada en la *vaina axilar* y da origen a una rama: la *arteria torácica superior* (figs. 6-38B y 6-39A; tabla 6-7).
2. La **segunda porción de la arteria axilar** se sitúa posterior al pectoral menor y tiene dos ramas: las *arterias toracoacromial* y *torácica lateral,* que pasan medial y lateralmente al músculo, respectivamente.
3. La **tercera porción de la arteria axilar** se extiende desde el borde lateral del pectoral menor hasta el borde inferior del redondo mayor, y da tres ramas: la *arteria subescapular* (que es la mayor rama de la arteria axilar) y, con un origen opuesto a ésta, las *arterias circunflejas humerales anterior* y *posterior,* que en ocasiones parten de un tronco común.

Las ramas de la arteria axilar se ilustran en la figura 6-39, y sus orígenes y curso se describen en la tabla 6-7.

La **arteria torácica superior** es un vaso pequeño y muy variable que se origina justo inferior al subclavio. En general se dirige inferomedialmente, posterior a la vena axilar, e irriga al subclavio,

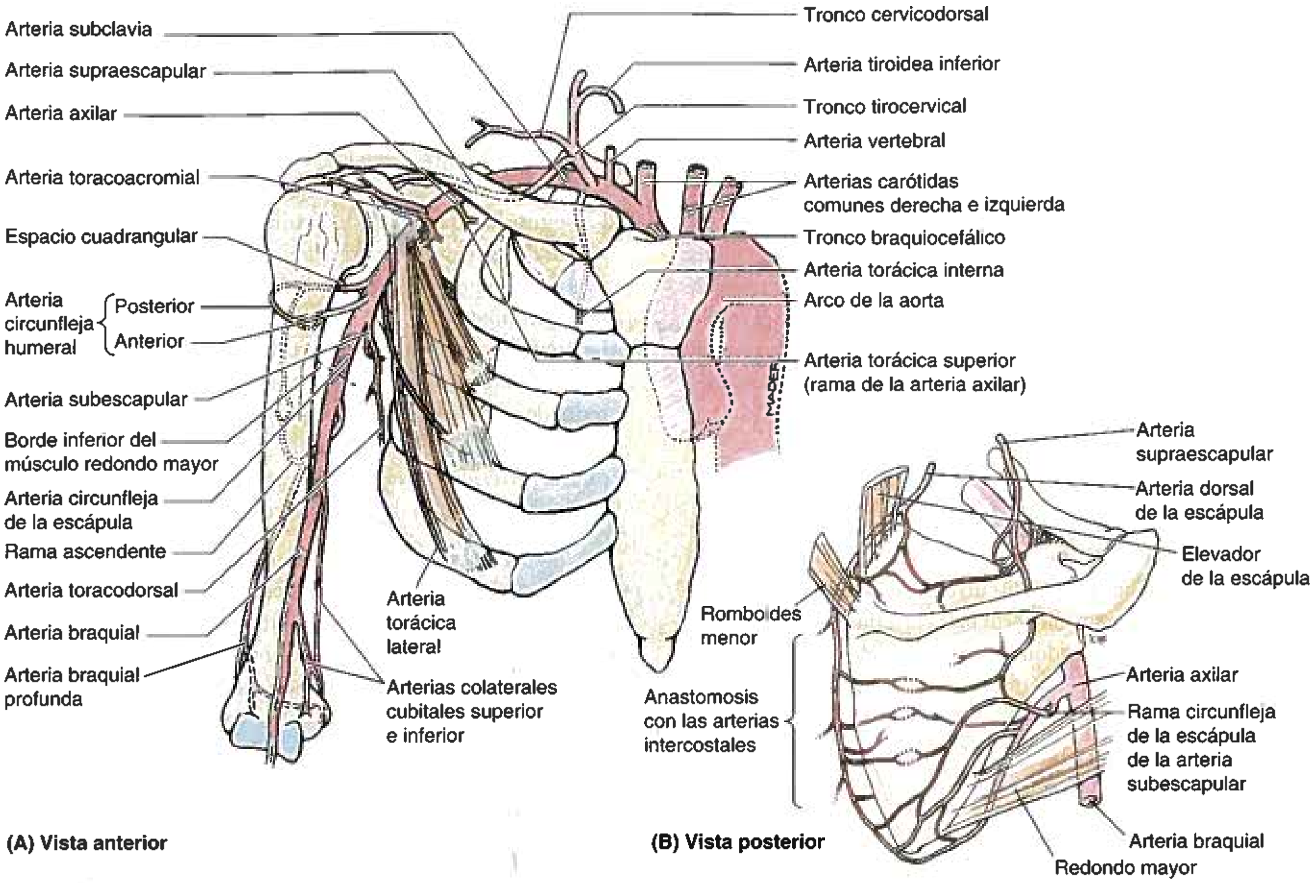


Anterior
Pectoral mayor
Pectoral menor
Nervio pectoral
Medial
Lateral
Nódulos linfáticos axilares
Coracobraquial
Bíceps braquial:
Cabeza corta
Cabeza larga
Plexo braquial
Subescapular
Arteria axilar
Vaina axilar
Nervio torácico largo
Vena axilar
Nervio subescapular
Serrato anterior
Posterior
Nervio para el coracobraquial
Nervio musculocutáneo
Vena cefálica
Bíceps braquial (cabeza larga)
Pectoral mayor
Deltoides
Bíceps (cabeza corta)
Coracobraquial
Subclavio
Pectoral mayor
Pectoral menor
2.ª
Pectoral mayor
Apófisis coracoides
Arteria toracoacromial
Nervio pectoral lateral
Arteria y vena axilares
Nervio mediano
Nervio cubital
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Plexo braquial
Arteria torácica lateral
Nervio pectoral medial
Arteria torácica superior

(A) Vista inferior de una sección transversal

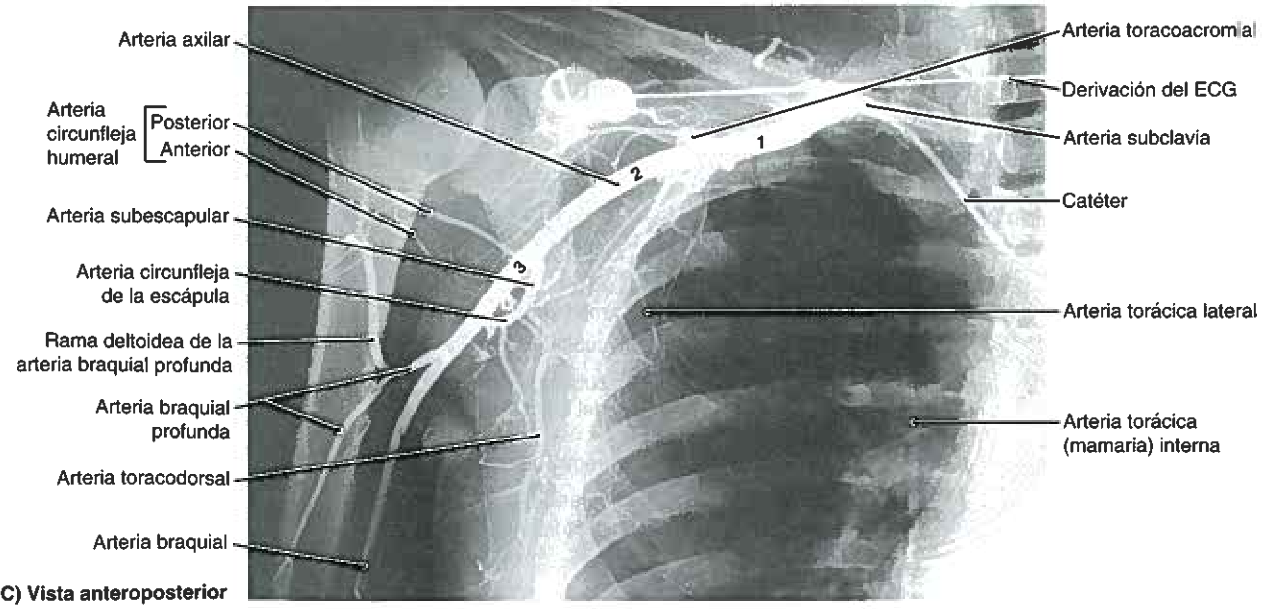
(B) Vista anterior

FIGURA 6-38. Contenido de la axila. A. Obsérvese la vaina axilar envolviendo la arteria y la vena axilares, y los tres fascículos del plexo braquial. También se muestra la inervación de las paredes musculares de la axila. **B.** Disección en que la mayor parte del pectoral mayor ha sido extirpada y se han eliminado por completo la fascia clavipectoral, la grasa axilar y la vaina axilar. El plexo braquial rodea la arteria axilar por sus caras lateral y medial (aquí parece que sean sus caras superior e inferior debido a que el brazo está en abducción) y por su cara posterior (que no puede verse en esta vista). La figura 6-22 (p. 699) es una vista ampliada de la parte **B.**


Arteria subclavia
Arteria supraescapular
Arteria axilar
Arteria toracoacromial
Espacio cuadrangular
Arteria circunfleja humeral
Posterior
Anterior
Arteria subescapular
Borde inferior del músculo redondo mayor
Arteria circunfleja de la escápula
Rama ascendente
Arteria toracodorsal
Arteria braquial
Arteria braquial profunda
Arteria torácica lateral
Arterias colaterales cubitales superior e inferior
Tronco cervicodorsal
Arteria tiroidea inferior
Tronco tirocervical
Arteria vertebral
Arterias carótidas comunes derecha e izquierda
Tronco braquiocefálico
Arteria torácica interna
Arco de la aorta
Arteria torácica superior (rama de la arteria axilar)
Arteria supraescapular
Arteria dorsal de la escápula
Elevador de la escápula
Romboides menor
Anastomosis con las arterias intercostales
Arteria axilar
Rama circunfleja de la escápula de la arteria subescapular
Arteria braquial
Redondo mayor

(A) Vista anterior

(B) Vista posterior


Arteria axilar
Arteria circunfleja humeral
Posterior
Anterior
Arteria subescapular
Arteria circunfleja de la escápula
Rama deltoidea de la arteria braquial profunda
Arteria braquial profunda
Arteria toracodorsal
Arteria braquial
1
2
3
Arteria toracoacromial
Derivación del ECG
Arteria subclavia
Catéter
Arteria torácica lateral
Arteria torácica (mamaria) interna

(C) Vista anteroposterior

1: La primera porción de la arteria axilar se localiza entre el borde lateral de la 1.ª costilla y el borde medial del pectoral menor.
2: La segunda porción de la arteria axilar se sitúa posterior al pectoral menor.
3: La tercera porción de la arteria axilar se extiende desde el borde lateral del pectoral menor hasta el borde inferior del redondo mayor, donde se convierte en la arteria braquial.

FIGURA 6-39. Arterias de la porción proximal del miembro superior.

TABLA 6-7. ARTERIAS DE LA PORCIÓN PROXIMAL DEL MIEMBRO SUPERIOR (REGIÓN DEL HOMBRO Y EL BRAZO)

Arteria	Origen	Recorrido
Torácica interna	Cara inferior de la primera porción Arteria subclavia	Desciende, inclinándose anteromedialmente, posterior a la extremidad esternal de la clavícula y primer cartílago costal; entra en el tórax para descender en el plano paraesternal; da origen a ramas perforantes y a las arterias intercostales anteriores, musculofrénica y epigástrica superior
Tronco tirocervical	Cara anterior de la primera porción	Asciende como un tronco corto y ancho, que da origen a cuatro ramas: arterias supraescapular, cervical ascendente y tiroidea inferior, y la arteria cervical transversal (tronco cervicodorsal)
Supraescapular	Tronco tirocervical (o como rama directa de la arteria subclavia)	Discurre inferolateralmente, cruzando anterior al músculo escaleno anterior, el nervio frénico, la arteria subclavia y el plexo braquial, pasando lateralmente, posterior y paralela a la clavícula; luego pasa sobre el ligamento transverso superior de la escápula hacia la fosa supraespinosa, y después lateral a la espina de la escápula (profunda al acromion) hacia la fosa infraespinosa, en la cara posterior de la escápula
Torácica superior	Primera porción (como rama única) Arteria axilar	Discurre anteromedialmente a lo largo del borde superior del pectoral menor; luego pasa entre éste y el pectoral mayor hacia la pared torácica; contribuye a irrigar el 1.^{er} y 2.° espacios intercostales y la parte superior del serrato anterior
Toracoacromial	Segunda porción (primera rama)	Se enrolla alrededor del borde superomedial del pectoral menor; atraviesa la membrana costocoracoidea (fascia clavipectoral); se divide en cuatro ramas: pectoral, deltoidea, acromial y clavicular
Torácica lateral	Segunda porción (segunda rama)	Desciende a lo largo del borde axilar del pectoral menor; lo sigue hacia la pared torácica e irriga la cara lateral de la mama
Circunflejas humerales (anterior y posterior)	Tercera porción (a veces a través de un tronco común)	Forman un círculo alrededor del cuello quirúrgico del húmero y se anastomosan entre sí lateralmente; la rama posterior más grande atraviesa el espacio cuadrangular
Subescapular	Tercera porción de la arteria braquial (rama más grande de todas las porciones)	Desciende desde el nivel del borde inferior del subescapular a lo largo del borde lateral de la escápula, y a unos 2-3 cm se divide en ramas terminales, las arterias circunfleja de la escápula y toracodorsal
Circunfleja de la escapula	Arteria subescapular	Se incurva alrededor del borde lateral de la escápula para entrar en la fosa infraespinosa, y se anastomosa con la arteria supraescapular
Toracodorsal		Continúa el recorrido de la arteria subescapular, que desciende con el nervio toracodorsal para entrar en el vértice del dorsal ancho
Braquial profunda	Cerca de su origen Arteria braquial	Acompaña al nervio radial a lo largo del surco del nervio radial del húmero, irriga el compartimiento posterior del brazo y participa en la anastomosis periarticular arterial alrededor de la articulación del codo
Colateral cubital superior	Hacia la mitad del brazo	Acompaña al nervio cubital hacia la cara posterior del codo; se anastomosa con la arteria recurrente cubital posterior
Colateral cubital inferior	Superior al epicóndilo medial del húmero	Pasa anterior al epicóndilo medial del húmero para anastomosarse con la arteria colateral cubital anterior

los músculos del 1.^{er} y el 2.° espacios intercostales, las digitaciones superiores del serrato anterior y los músculos pectorales que la recubren. Se anastomosa con las arterias intercostales y/o torácica interna.

La **arteria toracoacromial,** un tronco ancho y corto, perfora la membrana costocoracoidea y se divide en cuatro ramas (acromial, deltoidea, pectoral y clavicular), en profundidad a la porción clavicular del pectoral mayor (fig. 6-40).

La **arteria torácica lateral** tiene un origen variable. Normalmente nace como la segunda rama de la segunda porción de la arteria axilar y desciende a lo largo del borde lateral del pectoral menor, al cual sigue hasta el interior de la pared torácica (figs. 6-38B y 6-39A); sin embargo, también puede originarse a partir de las arterias toracoacromial, supraescapular o subescapular. La arteria torácica lateral irriga el pectoral, el serrato anterior, los músculos intercostales, los nódulos linfáticos axilares y la cara lateral de la mama.

La **arteria subescapular,** que es la rama de la arteria axilar de mayor diámetro pero menor longitud, desciende a lo largo del borde lateral del subescapular en la pared posterior de la axila.

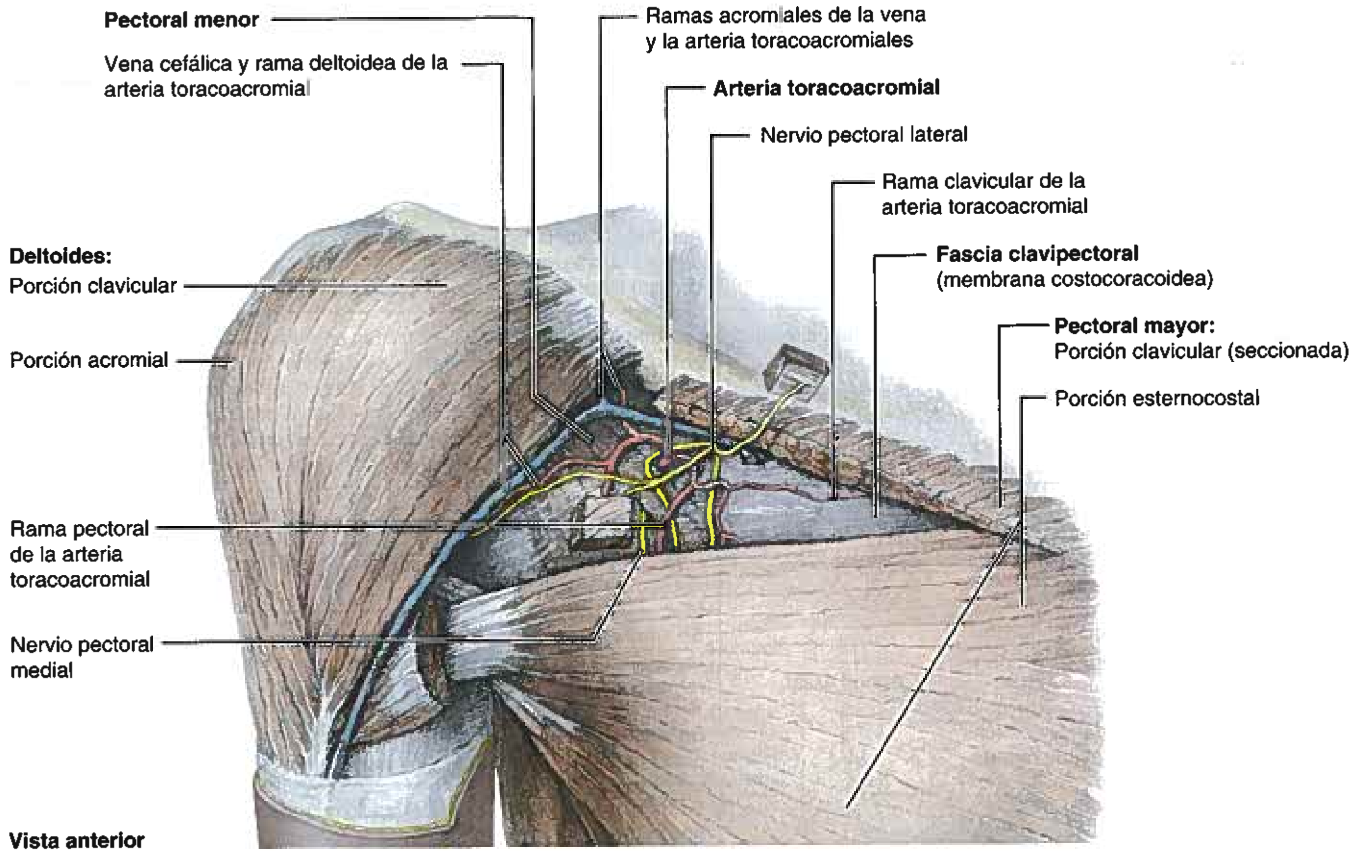

Pectoral menor
Vena cefálica y rama deltoidea de la arteria toracoacromial
Ramas acromiales de la vena y la arteria toracoacromiales
Arteria toracoacromial
Nervio pectoral lateral
Rama clavicular de la arteria toracoacromial
Deltoides:
Porción clavicular
Fascia clavipectoral (membrana costocoracoidea)
Pectoral mayor:
Porción clavicular (seccionada)
Porción acromial
Porción esternocostal
Rama pectoral de la arteria toracoacromial
Nervio pectoral medial
Vista anterior

FIGURA 6-40. Pared anterior de la axila. Se ha extirpado la porción clavicular del pectoral mayor excepto en sus inserciones clavicular y humeral y dos cubos, los cuales se han dejado para identificar sus nervios.

Pronto termina al dividirse en las arterias circunfleja de la escápula y toracodorsal.

La **arteria circunfleja de la escápula** suele ser la mayor rama terminal de la arteria subescapular. Se curva posteriormente alrededor del borde lateral de la escápula y se dirige hacia atrás entre el subescapular y el redondo mayor para irrigar los músculos del dorso de la escápula (fig. 6-39B). Participa en las anastomosis en torno a la escápula.

La **arteria toracodorsal** continúa el trayecto general de la arteria subescapular hacia el ángulo inferior de la escápula e irriga los músculos adyacentes, principalmente el dorsal ancho (fig. 6-39A y C). También participa en las anastomosis arteriales de alrededor de la escápula.

Las *arterias circunflejas humerales* rodean el cuello quirúrgico del húmero y se anastomosan entre ellas. La **arteria circunfleja humeral anterior,** que es la menor, se dirige lateralmente en profundidad al coracobraquial y al bíceps braquial. Da origen a una rama ascendente que irriga el hombro. La **arteria circunfleja humeral posterior,** de mayor tamaño, se dirige medialmente a través de la pared posterior de la axila por el **espacio cuadrangular** acompañada del nervio axilar, para irrigar la articulación del hombro y los músculos que la rodean (el deltoides, los redondos mayor y menor, y la cabeza larga del tríceps braquial) (fig. 6-39A y C; tabla 6-7).

Vena axilar

La **vena axilar** se sitúa inicialmente (distalmente) en el lado anteromedial de la arteria axilar, pero en su parte terminal es anteroinferior a ésta (fig. 6-41). Esta gran vena se forma a partir de la unión entre la *vena braquial* (vena satélite de la arteria braquial) y la *vena basílica* en el borde inferior del redondo mayor.

Las descripciones dividen la vena axilar en tres porciones, que se corresponden con las tres porciones de la arteria axilar. Así pues, su extremo inicial distal es la tercera porción, mientras que su extremo terminal proximal es la primera porción. La vena axilar (primera porción) termina en el borde lateral de la 1.ª costilla, donde se convierte en la **vena subclavia.** En la axila, las venas son más abundantes que las arterias, tienen una gran variabilidad y presentan frecuentes anastomosis. La vena axilar recibe vasos tributarios que generalmente se corresponden con ramas de la arteria axilar, con unas pocas excepciones importantes:

- Las venas correspondientes a las ramas de la arteria toracoacromial no se fusionan para entrar como una tributaria común; algunas entran de forma independiente en la vena axilar, pero otras drenan en la vena cefálica, que a su vez lo hace en la vena axilar superior al pectoral menor, cerca de su transición a la vena subclavia.

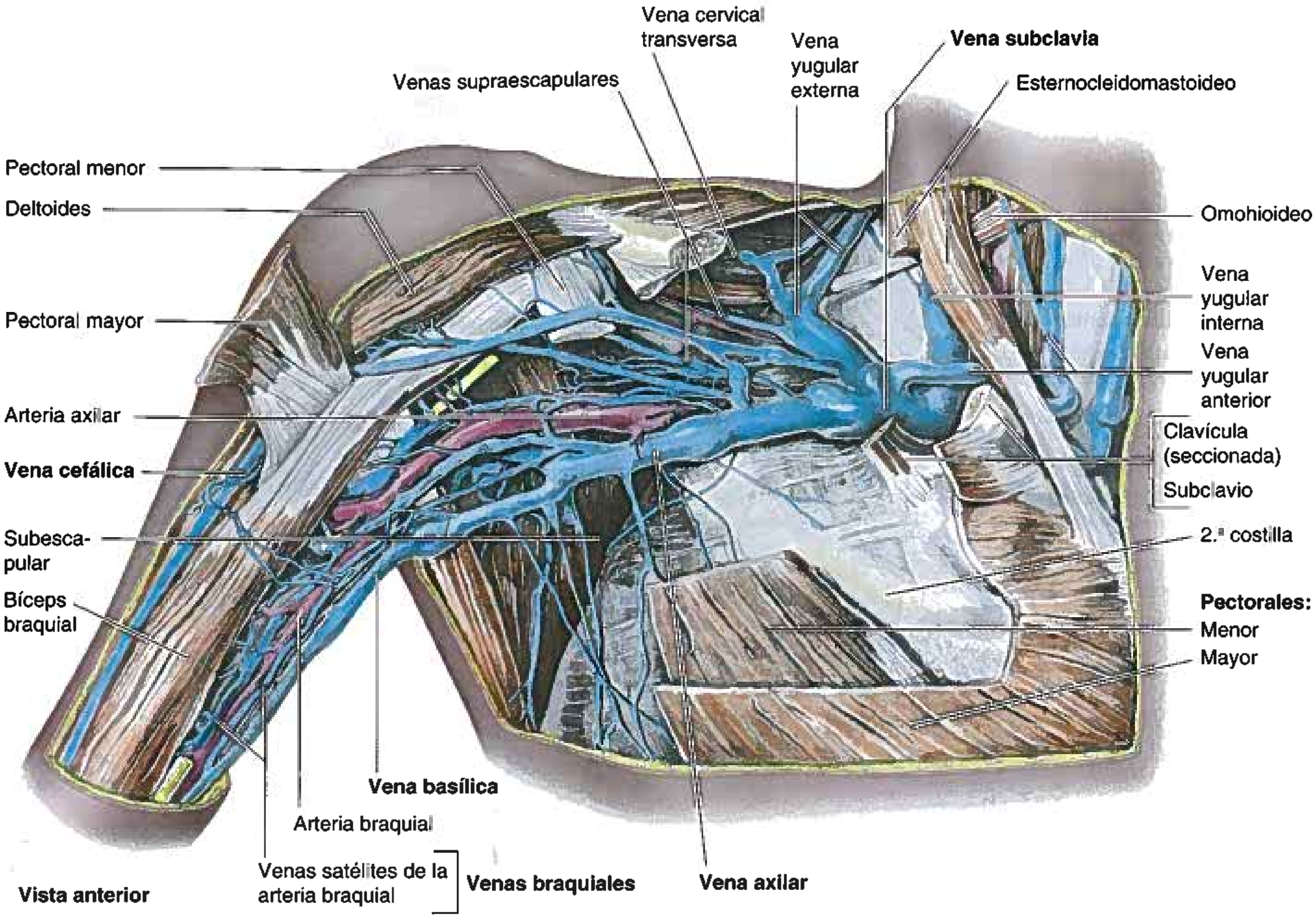

Vena cervical transversa
Vena yugular externa
Vena subclavia
Venas supraescapulares
Esternocleidomastoideo
Pectoral menor
Deltoides
Omohioideo
Vena yugular interna
Pectoral mayor
Vena yugular anterior
Arteria axilar
Clavícula (seccionada)
Vena cefálica
Subclavio
Subescapular
2.ª costilla
Bíceps braquial
Pectorales:
Menor
Mayor
Vena basílica
Arteria braquial
Vista anterior
Venas satélites de la arteria braquial
Venas braquiales
Vena axilar

FIGURA 6-41. Venas de la axila. La vena basílica discurre paralela a la arteria braquial hacia la axila, donde confluye con las venas satélites de la arteria axilar para formar la vena axilar. Las numerosas venas más pequeñas y variables de la axila también son tributarias de la vena axilar.

- La vena axilar recibe, directa o indirectamente, a la(s) *vena(s) toracoepigástrica(s)*, que se forma(n) a partir de anastomosis de venas superficiales de la región inguinal con tributarias de la vena axilar (normalmente la vena torácica lateral). Estas venas constituyen una vía colateral que permite el retorno venoso en presencia de una obstrucción de la vena cava inferior (v. el cuadro azul «Vías colaterales de la sangre venosa abdominopélvica», p. 319).

Nódulos linfáticos axilares

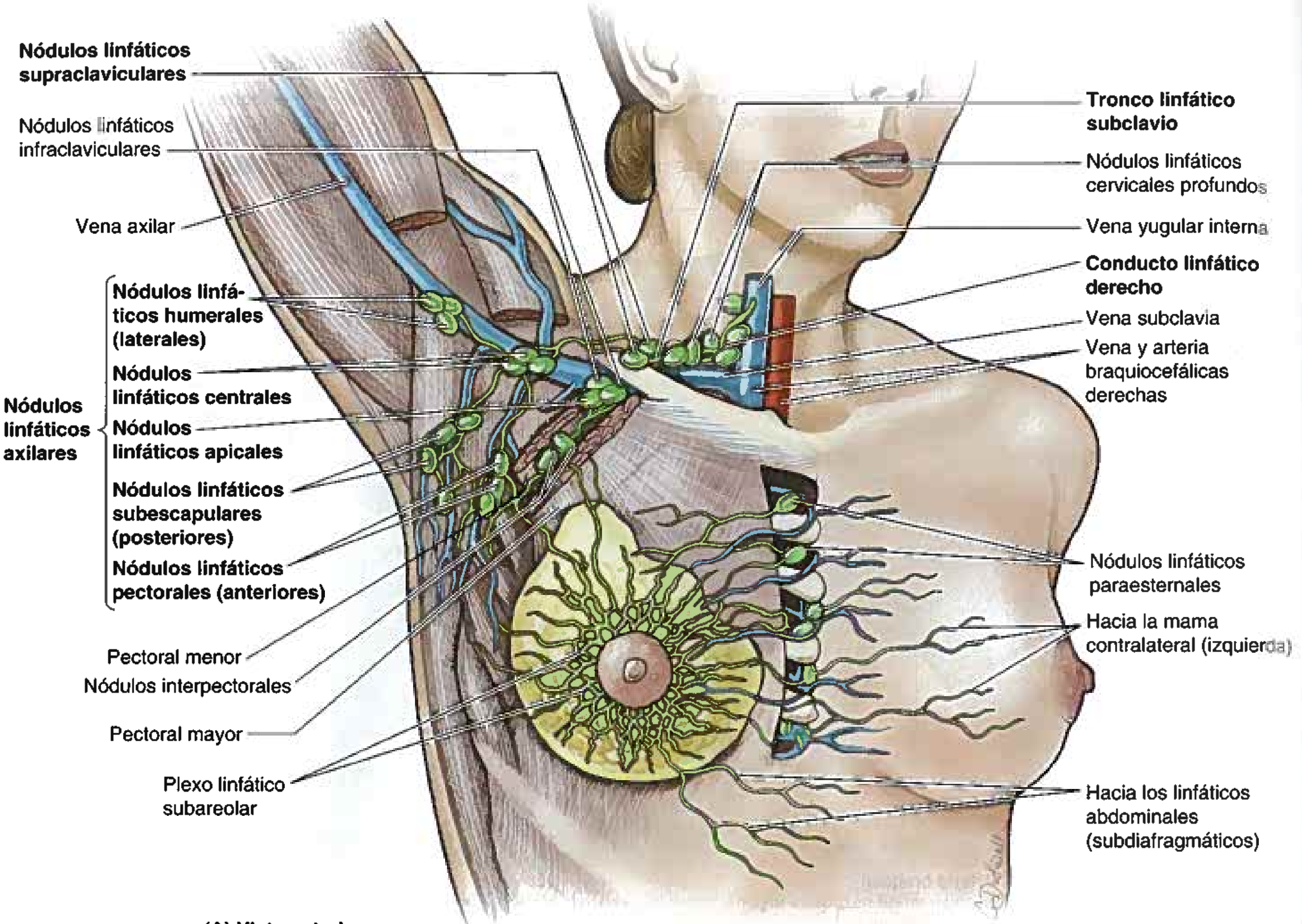
El tejido conectivo fibroadiposo de la axila (grasa axilar) contiene numerosos nódulos linfáticos. Los nódulos linfáticos axilares se distribuyen en cinco grupos principales: pectoral, subescapular, humeral, central y apical. Los grupos se disponen de un modo que recuerda la forma piramidal de la axila (fig. 6-37A). Tres de estos grupos se relacionan con la base triangular, uno en cada esquina de la pirámide (fig. 6-42A y C).

Los **nódulos linfáticos pectorales (anteriores)** son entre tres y cinco, y se sitúan a lo largo de la pared medial de la axila, alrededor de la vena torácica lateral y el borde inferior del pectoral menor. Los nódulos pectorales reciben linfa principalmente de la pared torácica anterior, incluida la mayor parte de la mama (especialmente el cuadrante superolateral y el plexo subareolar; v. cap. 1).

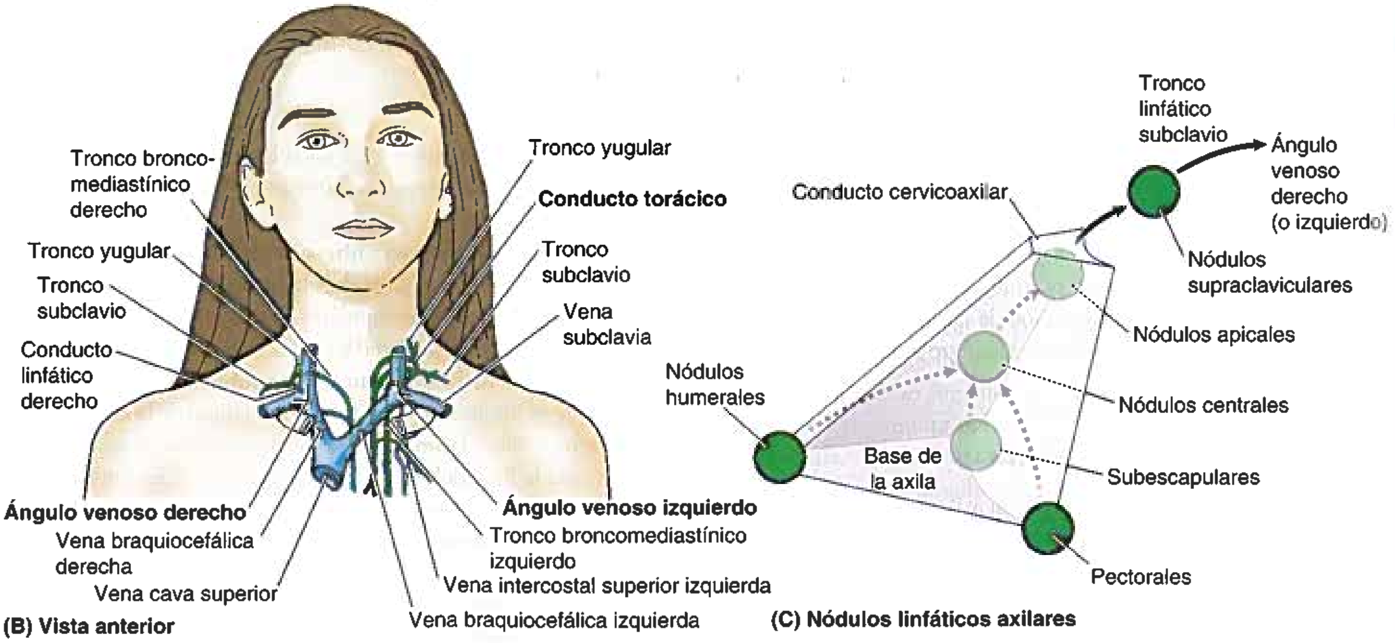
Los **nódulos linfáticos subescapulares (posteriores)** son seis o siete y se sitúan a lo largo del pliegue posterior de la axila y de los vasos sanguíneos subescapulares. Estos nódulos reciben linfa de la cara posterior de la pared torácica y de la región escapular.

Los **nódulos linfáticos humerales (laterales)** son entre cuatro y seis, y se sitúan a lo largo de la pared lateral de la axila, medial y posteriormente a la vena axilar. Estos nódulos reciben prácticamente toda la linfa del miembro superior, con la excepción de la que circula por los vasos linfáticos satélites de la vena cefálica, que drenan principalmente a los nódulos linfáticos axilares apicales e infraclaviculares.

Los vasos linfáticos eferentes de estos tres grupos se dirigen a los **nódulos linfáticos centrales.** Tres o cuatro de estos grandes nódulos se sitúan en profundidad al pectoral menor, cerca de la base de la axila y asociados a la segunda porción de la arteria axilar. Los vasos eferentes de los nódulos linfáticos centrales se dirigen a los **nódulos linfáticos apicales,** que se localizan en el vértice de la axila a lo largo del lado medial de la vena axilar y de la primera porción de la arteria axilar.


Nódulos linfáticos supraclaviculares
Nódulos linfáticos infraclaviculares
Vena axilar
Nódulos linfáticos axilares
Nódulos linfáticos humerales (laterales)
Nódulos linfáticos centrales
Nódulos linfáticos apicales
Nódulos linfáticos subescapulares (posteriores)
Nódulos linfáticos pectorales (anteriores)
Pectoral menor
Nódulos interpectorales
Pectoral mayor
Plexo linfático subareolar
Tronco linfático subclavio
Nódulos linfáticos cervicales profundos
Vena yugular interna
Conducto linfático derecho
Vena subclavia
Vena y arteria braquiocefálicas derechas
Nódulos linfáticos paraesternales
Hacia la mama contralateral (izquierda)
Hacia los linfáticos abdominales (subdiafragmáticos)

(A) Vista anterior


Tronco broncomediastínico derecho
Tronco yugular
Tronco subclavio
Conducto linfático derecho
Ángulo venoso derecho
Vena braquiocefálica derecha
Vena cava superior
Tronco yugular
Conducto torácico
Tronco subclavio
Vena subclavia
Ángulo venoso izquierdo
Tronco broncomediastínico izquierdo
Vena intercostal superior izquierda
Vena braquiocefálica izquierda
Tronco linfático subclavio
Ángulo venoso derecho (o izquierdo)
Conducto cervicoaxilar
Nódulos supraclaviculares
Nódulos apicales
Nódulos humerales
Nódulos centrales
Base de la axila
Subescapulares
Pectorales

(B) Vista anterior

(C) Nódulos linfáticos axilares

FIGURA 6-42. Nódulos linfáticos axilares y drenaje linfático del miembro superior derecho y de la mama. A. De los cinco grupos de nódulos linfáticos axilares, la mayor parte de los vasos linfáticos del miembro superior terminan en los nódulos linfáticos humerales (laterales) y centrales, pero aquellos que acompañan a la porción superior de la vena cefálica terminan en los nódulos linfáticos apicales. Los nódulos linfáticos de la mama se tratan en el capítulo 1. **B.** La linfa que pasa por los nódulos axilares entra en los vasos linfáticos eferentes que forman el tronco linfático subclavio, que normalmente desemboca en la unión de las venas yugular interna y subclavia (los ángulos venosos). Ocasionalmente, en el lado derecho, este tronco se fusiona con el tronco linfático yugular y/o el tronco linfático broncomediastínico para formar un corto conducto linfático derecho; normalmente, en el lado izquierdo entra la terminación del conducto torácico. **C.** Situación de los cinco grupos de nódulos axilares, respecto a cada uno de ellos y a la pirámide axilar. Se representa el patrón típico de drenaje.

Los nódulos linfáticos apicales reciben linfa de todos los otros grupos de nódulos axilares, así como de los linfáticos que acompañan a la vena cefálica proximalmente. Los vasos eferentes del grupo apical atraviesan el *conducto cervicoaxilar*.

Estos vasos eferentes se acaban uniendo para formar el **tronco linfático subclavio,** aunque algunos pueden drenar por el camino a través de los **nódulos linfáticos claviculares** (**infraclaviculares** y **supraclaviculares**). En el lado derecho, el tronco subclavio, una vez formado, puede juntarse con los troncos yugular y broncomediastínico para formar el **conducto linfático derecho,** o desembocar en el ángulo venoso derecho de forma independiente. En el lado izquierdo, el tronco subclavio normalmente se une al **conducto torácico** (fig. 6-42A y B).

Plexo braquial

La mayoría de los nervios del miembro superior procede del **plexo braquial,** una *importante red nerviosa* (fig. 6-43) que se inicia en el cuello y se extiende hacia el interior de la axila. Casi todos los ramos del plexo braquial se originan en la axila (después de que el plexo haya cruzado la 1.ª costilla). El plexo braquial se forma por la unión de los ramos anteriores de los cuatro últimos nervios cervicales (C5-8) y del primero torácico (T1), que constituyen las **raíces del plexo braquial** (figs. 6-43 y 6-44; tabla 6-8).

Las raíces del plexo normalmente pasan a través de la hendidura que existe entre los escalenos anterior y medio junto con la arteria subclavia (fig. 6-45). Cuando las raíces del plexo pasan entre los músculos escalenos, reciben las fibras simpáticas que circularán por ellas de los ramos comunicantes grises de los ganglios cervicales medio e inferior.

En la parte inferior del cuello, las raíces del plexo braquial se unen para formar tres troncos (figs. 6-43 a 6-46A; tabla 6-8):

1. Un **tronco superior,** de la unión de las raíces C5 y C6.
2. Un **tronco medio,** que es continuación de la raíz C7.
3. Un **tronco inferior,** de la unión de las raíces C8 y T1.

(*El texto continúa en p. 724*)

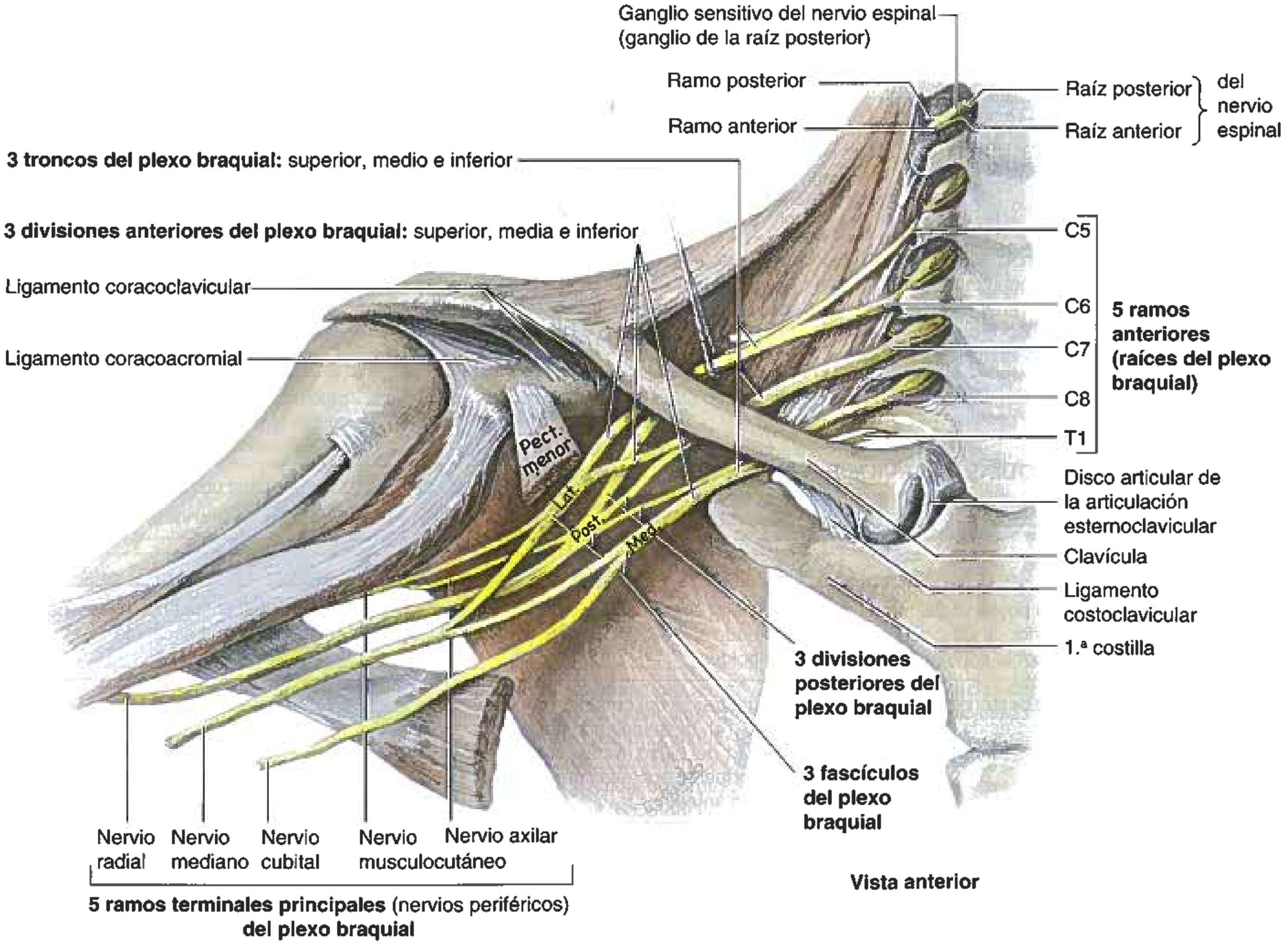

Ganglio sensitivo del nervio espinal (ganglio de la raíz posterior)
Ramo posterior
Ramo anterior
Raíz posterior
Raíz anterior
del nervio espinal
3 troncos del plexo braquial: superior, medio e inferior
3 divisiones anteriores del plexo braquial: superior, media e inferior
Ligamento coracoclavicular
Ligamento coracoacromial
C5
C6
C7
C8
T1
5 ramos anteriores (raíces del plexo braquial)
Pect. menor
Lat.
Post.
Med.
Disco articular de la articulación esternoclavicular
Clavícula
Ligamento costoclavicular
1.ª costilla
3 divisiones posteriores del plexo braquial
3 fascículos del plexo braquial
Nervio radial
Nervio mediano
Nervio cubital
Nervio musculocutáneo
Nervio axilar
5 ramos terminales principales (nervios periféricos) del plexo braquial
Vista anterior

FIGURA 6-43. Formación del plexo braquial. Esta gran red nerviosa se extiende desde el cuello hasta el miembro superior a través del conducto cervicoaxilar (limitado por la clavícula, la 1.ª costilla y la escápula superior) para proporcionar inervación al miembro superior y la región del hombro. El plexo braquial está formado habitualmente por los ramos anteriores de los nervios C5-8 y la mayor parte del ramo anterior del nervio T1 (las *raíces* del plexo braquial). Obsérvese la fusión y la continuación de algunas raíces del plexo en tres *troncos*, la separación de cada tronco en *divisiones* anterior y posterior, la unión de las divisiones para formar tres *fascículos* y la derivación de los ramos terminales principales (*nervios periféricos*) a partir de los fascículos como resultado del plexo.

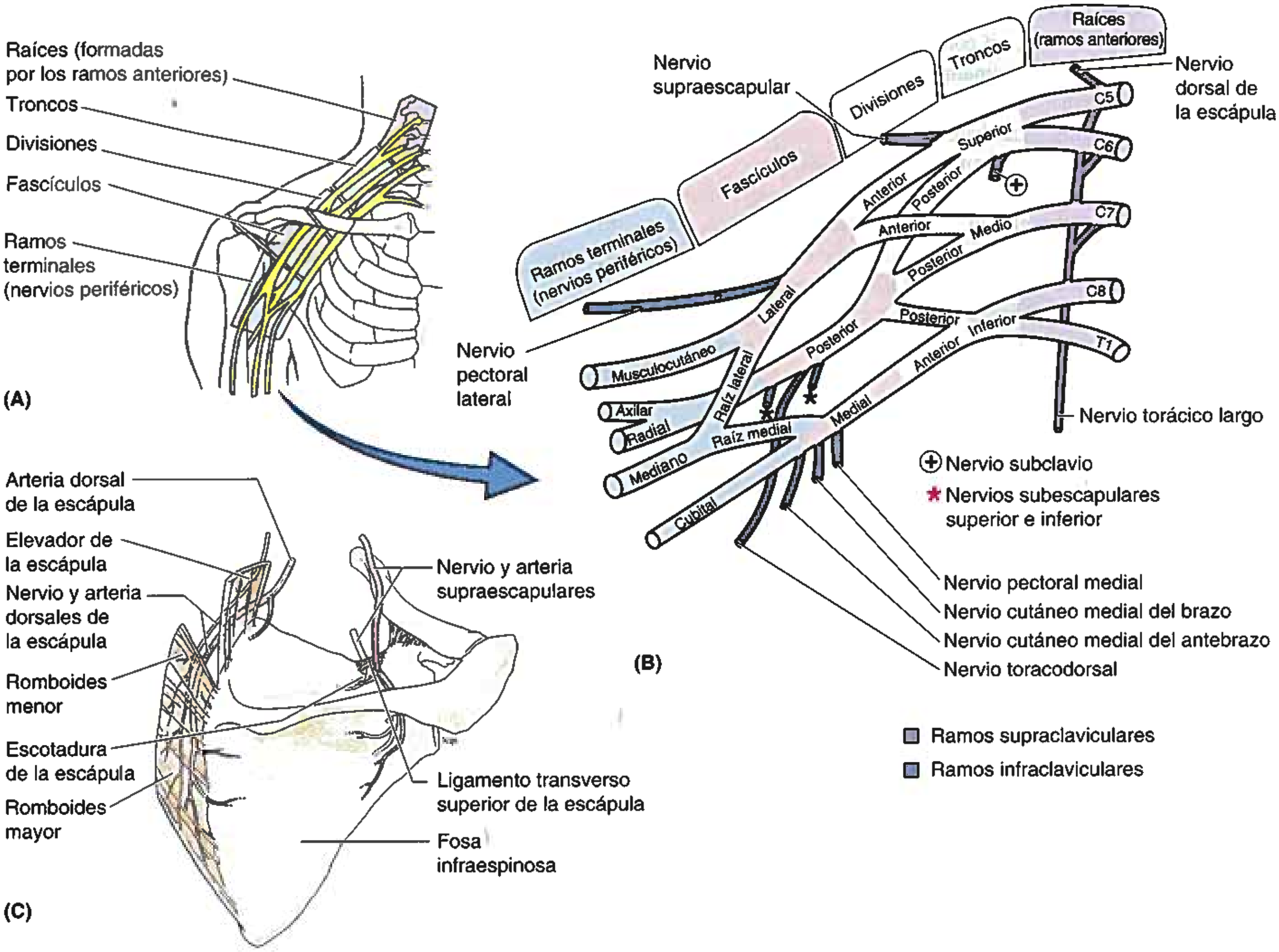

Raíces (formadas por los ramos anteriores)
Troncos
Divisiones
Fascículos
Ramos terminales (nervios periféricos)
(A)
Nervio supraescapular
Divisiones
Troncos
Raíces (ramos anteriores)
Nervio dorsal de la escápula
C5
C6
C7
C8
T1
Superior
Posterior
Anterior
Medio
Inferior
Fascículos
Ramos terminales (nervios periféricos)
Lateral
Posterior
Medial
Nervio pectoral lateral
Musculocutáneo
Axilar
Radial
Mediano
Cubital
Raíz lateral
Raíz medial
Nervio torácico largo
⊕ Nervio subclavio
* Nervios subescapulares superior e inferior
Nervio pectoral medial
Nervio cutáneo medial del brazo
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Nervio toracodorsal
(B)
▨ Ramos supraclaviculares
▨ Ramos infraclaviculares
Arteria dorsal de la escápula
Elevador de la escápula
Nervio y arteria dorsales de la escápula
Romboides menor
Escotadura de la escápula
Romboides mayor
Nervio y arteria supraescapulares
Ligamento transverso superior de la escápula
Fosa infraespinosa
(C)

FIGURA 6-44. **Nervios del miembro superior.**

TABLA 6-8. PLEXO BRAQUIAL Y NERVIOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Nervio	**Origen**[a]	**Recorrido**	**Estructuras inervadas**
Ramos supraclaviculares			
Dorsal de la escápula	Cara posterior del ramo anterior de **C5** con una frecuente contribución de C4	Atraviesa el escaleno medio; desciende profundo al elevador de la escápula y al romboides	Romboides; en algunos casos inerva el elevador de la escápula
Torácico largo	Cara posterior de los ramos anteriores de **C5, C6** y C7	Pasa a través del conducto cervicoaxilar (fig. 6-14), descendiendo posterior a las raíces C8 y T1 del plexo (ramos anteriores); discurre inferiormente sobre la cara superficial del serrato anterior	Serrato anterior
Supraescapular	Tronco superior, que recibe fibras de **C5,** C6 y a menudo C4	Discurre lateralmente, cruzando la región cervical lateral (triángulo posterior del cuello), superior al plexo braquial; luego a través de la escotadura de la escápula, inferior al ligamento transverso superior de la escápula	Músculos supraespinoso e infraespinoso; articulación del hombro (glenohumeral)
Subclavio	Tronco superior, que recibe fibras de C5, **C6** y a menudo C4 (fig. 6-44B)	Desciende posterior a la clavícula y anterior al plexo braquial y la arteria subclavia (fig. 6-29); a menudo proporciona una *raíz accesoria al nervio frénico*	Subclavio y articulación esternoclavicular (la raíz accesoria del frénico inerva el diafragma)

TABLA 6-8. PLEXO BRAQUIAL Y NERVIOS DEL MIEMBRO SUPERIOR *(Continuación)*

Nervio	Origen[a]	Recorrido	Estructuras inervadas
Ramos infraclaviculares			
Pectoral lateral	Ramo colateral del fascículo lateral que recibe fibras de C5, **C6** y C7	Perfora la membrana costocoracoidea para alcanzar la cara profunda de los músculos pectorales; un *ramo comunicante para el nervio pectoral medial* pasa anterior a la arteria y la vena axilares	Principalmente el pectoral mayor, aunque algunas fibras nerviosas pectorales laterales pasan hacia el pectoral menor a través de un ramo del nervio pectoral medial (fig. 6-46A)
Musculocutáneo	Ramo terminal del fascículo lateral que recibe fibras de C5-7	Sale de la axila a través del coracobraquial (fig. 6-43); desciende entre el bíceps braquial y el braquial (fig. 6-48) e inerva ambos; se continúa como *nervio cutáneo lateral del antebrazo*	Músculos del compartimiento anterior del brazo (coracobraquial, bíceps braquial y braquial) (fig. 6-46B); piel de la cara lateral del antebrazo
Mediano	La **raíz lateral del nervio mediano** es un ramo terminal del fascículo lateral (C6, C7) La **raíz medial del nervio mediano** es un ramo terminal del fascículo medial (C8, T1)	Las raíces lateral y medial se unen para formar el nervio mediano, lateral a la arteria axilar; desciende a través del brazo adyacente a la arteria braquial, al tiempo que el nervio cruza gradualmente anterior a la arteria para situarse medial a la arteria en la fosa del codo (fig. 6-47A)	Músculos del compartimiento anterior del antebrazo (excepto el flexor cubital del carpo y la mitad cubital del flexor profundo de los dedos), cinco músculos intrínsecos en la mitad tenar de la palma y la piel de la palma (fig. 6-46B)
Pectoral medial	Ramos colaterales del fascículo medial que reciben fibras de C8, T1	Pasa entre la arteria y la vena axilares; luego atraviesa el pectoral menor y entra en la cara profunda del pectoral mayor; aunque se denomina *medial* por su origen del fascículo medial, se sitúa lateral al nervio pectoral lateral	Pectoral menor y porción esternocostal del pectoral mayor
Nervio cutáneo mediano del brazo		El nervio más pequeño del plexo; discurre a lo largo del lado medial de las venas axilar y braquial; se comunica con el *nervio intercostobraquial*	Piel del lado medial del brazo, distalmente hasta el epicóndilo medial del húmero y el olécranon del cúbito
Nervio cutáneo medial del antebrazo		Inicialmente discurre con el nervio cubital (con el que puede confundirse), pero atraviesa la fascia profunda con la vena basílica y entra en el tejido subcutáneo, donde se divide en ramos anterior y posterior	Piel del lado medial del antebrazo, distalmente hasta el carpo
Cubital	Ramo terminal más grande del fascículo medial que recibe fibras de C8, T1 y a menudo de C7	Desciende por la cara medial del brazo; pasa posterior al epicóndilo medial del húmero; luego desciende por la cara cubital del antebrazo hacia la mano (figs. 6-46C y 6-47A)	Flexor cubital del carpo y mitad cubital del flexor profundo de los dedos (antebrazo); la mayoría de los músculos intrínsecos de la mano; piel de la mano medial a la línea axial del 4.º dedo
Subescapular superior	Ramo colateral del fascículo posterior que recibe fibras de **C5**	Discurre posteriormente y entra directamente en el subescapular	Porción superior del subescapular
Subescapular inferior	Ramo colateral del fascículo posterior que recibe fibras de **C6**	Discurre inferolateralmente, profundo a la arteria y la vena subescapulares	Porción inferior del subescapular y redondo mayor
Toracodorsal	Ramo colateral del fascículo posterior que recibe fibras de C6, **C7** y C8	Se origina entre los nervios subescapulares superior e inferior, y discurre inferolateralmente a lo largo de la pared posterior de la axila hacia la porción apical del dorsal ancho	Dorsal ancho
Axilar	Ramo terminal del fascículo posterior que recibe fibras de **C5** y C6	Sale posteriormente de la fosa axilar y pasa a través del espacio cuadrangular[b] con la arteria circunfleja humeral posterior (fig. 6-48); da origen al *nervio cutáneo lateral superior del brazo;* luego se enrolla alrededor del cuello quirúrgico del húmero profundo al deltoides (fig. 6-46D)	Articulación del hombro (glenohumeral); músculos redondo menor y deltoides (fig. 6-46D); piel de la cara superolateral del brazo (por encima de la parte inferior del deltoides)
Radial	Ramo terminal más grande del fascículo posterior (ramo más grande del plexo) que recibe fibras de C5-T1	Sale de la fosa axilar posterior a la arteria axilar; pasa posterior al húmero en el surco del nervio radial con la arteria braquial profunda, entre las cabezas lateral y medial del tríceps braquial; perfora el tabique intermuscular lateral; entra en la fosa del codo, donde se divide en *ramos superficial* (cutáneo) y *profundo* (motor) (fig. 6-46D)	Todos los músculos de los compartimientos posteriores del brazo y el antebrazo (fig. 6-46D); piel de la cara posterior e inferolateral del brazo, cara posterior del antebrazo y dorso de la mano, lateral a la línea axial del 4.º dedo

[a] La negrita **(C5)** indica el componente principal del nervio.

[b] Limitado superiormente por el subescapular, la cabeza del húmero y el redondo menor; inferiormente, por el redondo mayor; medialmente, por la cabeza larga del tríceps braquial; y lateralmente, por el coracobraquial y el cuello quirúrgico del húmero (fig. 6-48).

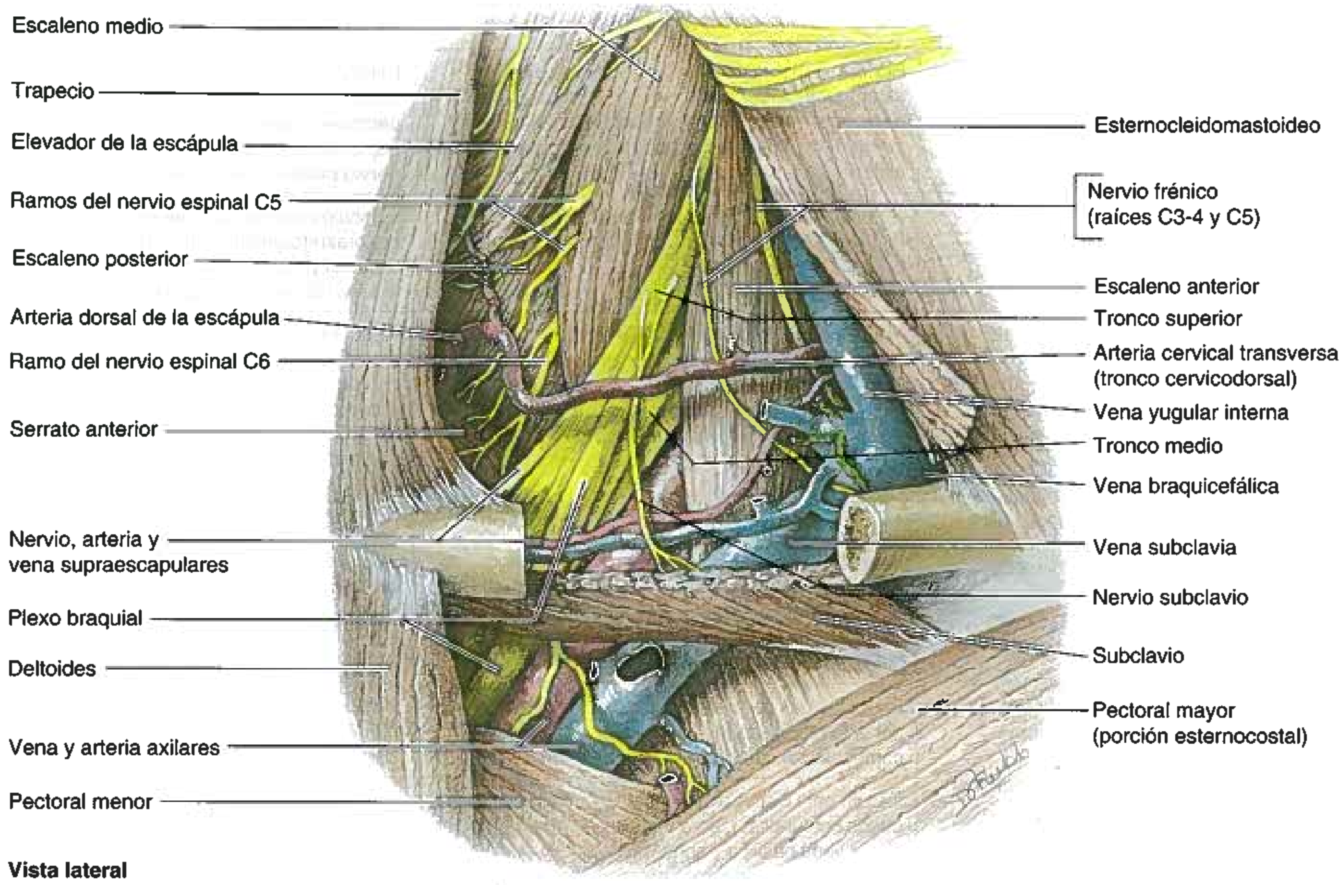

Escaleno medio
Trapecio
Elevador de la escápula
Ramos del nervio espinal C5
Escaleno posterior
Arteria dorsal de la escápula
Ramo del nervio espinal C6
Serrato anterior
Nervio, arteria y vena supraescapulares
Plexo braquial
Deltoides
Vena y arteria axilares
Pectoral menor
Esternocleidomastoideo
Nervio frénico (raíces C3-4 y C5)
Escaleno anterior
Tronco superior
Arteria cervical transversa (tronco cervicodorsal)
Vena yugular interna
Tronco medio
Vena braquicefálica
Vena subclavia
Nervio subclavio
Subclavio
Pectoral mayor (porción esternocostal)
Vista lateral

FIGURA 6-45. Disección de la región cervical lateral derecha (triángulo posterior). Se han disecado el plexo braquial y los vasos subclavios. Los ramos anteriores de los nervios espinales C5-8 (más T1, ocultado aquí por la tercera porción de la arteria subclavia) constituyen las raíces del plexo braquial. La fusión y división posterior de las fibras nerviosas transportadas por las raíces forman los troncos y las divisiones al nivel que se muestra. La arteria subclavia emerge entre los músculos escalenos anterior y medio con las raíces del plexo.

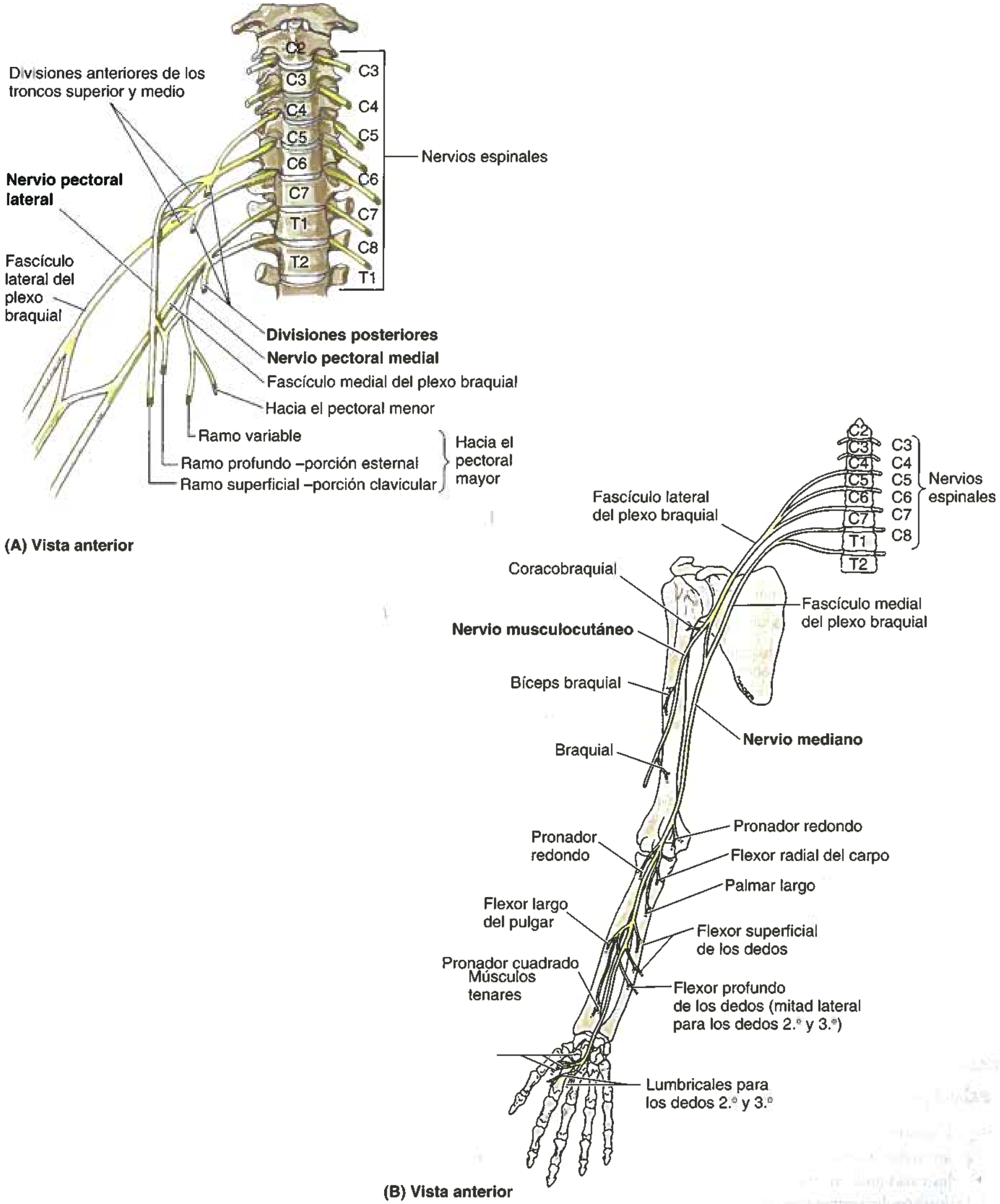
Cada tronco del plexo braquial da origen a una división anterior y una posterior cuando el plexo pasa a través del **conducto cervicoaxilar,** posterior a la clavícula. Las **divisiones anteriores de los troncos** inervan a los *compartimientos anteriores (flexores)* del miembro superior, y las **divisiones posteriores de los troncos** inervan los *compartimientos posteriores (extensores).*

Las divisiones de los troncos forman los tres fascículos del plexo braquial (figs. 6-43, 6-44 y 6-46; tabla 6-8):

1. Las divisiones anteriores de los troncos superior y medio se unen para formar el **fascículo lateral.**
2. La división anterior del tronco inferior se continúa como el **fascículo medial.**
3. Las divisiones posteriores de los tres troncos se unen para formar el **fascículo posterior.**

Los fascículos del plexo braquial reciben su denominación en función de su posición respecto a la segunda porción de la arteria axilar. Por ejemplo, el fascículo lateral es lateral a la arteria axilar, aunque puede aparecer superior a ésta debido a que es más fácil de visualizar cuando el miembro está en abducción.

Los productos de la formación del plexo son nervios periféricos (con nombre) multisegmentarios. La clavícula divide al plexo braquial en una **porción supraclavicular** y una **porción infraclavicular** (fig. 6-44B; tabla 6-8). Cuatro *ramos de la porción supraclavicular del plexo* se originan de las raíces (ramos anteriores) y los troncos del plexo braquial (nervio dorsal de la escápula, nervio torácico largo, nervio subclavio y nervio supraescapular), y son abordables a través del cuello. Asimismo, las cinco raíces del plexo (ramos anteriores de C5-T1) dan origen a *ramos musculares* sin nombre oficial que inervan a los músculos escalenos y largo del cuello. La raíz de C5 del *nervio frénico* (que se considera un ramo del *plexo cervical*) procede de la raíz de C5 del plexo, y se une a los componentes de C3 y C4 del nervio en la cara anterior del músculo escaleno anterior (fig. 6-45). De los fascículos del plexo braquial surgen *ramos de la porción infraclavicular del plexo*, que son abordables a través de la axila (figs. 6-44B y 6-46). Si se cuentan tanto colaterales como terminales, el fascículo lateral da origen a tres ramos, y el medial y el posterior a cinco ramos cada uno (se cuentan las raíces del nervio mediano como ramos individuales). Los ramos de las porciones supraclavicular e infraclavicular del plexo braquial se ilustran en las figuras 6-44B y 6-46, y se detallan en la tabla 6-8 con sus respectivos orígenes, cursos y distribuciones.


Divisiones anteriores de los troncos superior y medio
C2
C3
C4
C5
C6
C7
T1
T2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
Nervios espinales
Nervio pectoral lateral
Fascículo lateral del plexo braquial
Divisiones posteriores
Nervio pectoral medial
Fascículo medial del plexo braquial
Hacia el pectoral menor
Ramo variable
Ramo profundo –porción esternal
Ramo superficial –porción clavicular
Hacia el pectoral mayor
C2
C3
C4
C5
C6
C7
T1
T2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
Nervios espinales
Fascículo lateral del plexo braquial
Coracobraquial
Fascículo medial del plexo braquial
Nervio musculocutáneo
Bíceps braquial
Nervio mediano
Braquial
Pronador redondo
Pronador redondo
Flexor radial del carpo
Palmar largo
Flexor largo del pulgar
Flexor superficial de los dedos
Pronador cuadrado
Músculos tenares
Flexor profundo de los dedos (mitad lateral para los dedos 2.° y 3.°)
Lumbricales para los dedos 2.° y 3.°

(A) Vista anterior

(B) Vista anterior

FIGURA 6-46. Ramos motores derivados de los fascículos del plexo braquial. A. Los nervios pectorales medial y lateral se originan en los fascículos medial y lateral del plexo braquial, respectivamente (o en las divisiones anteriores de los troncos que los forman, como puede verse aquí para el nervio pectoral lateral). **B.** Se muestra el recorrido de los nervios mediano y musculocutáneo, y el patrón típico de ramificación de sus ramos motores *(continúa)*.

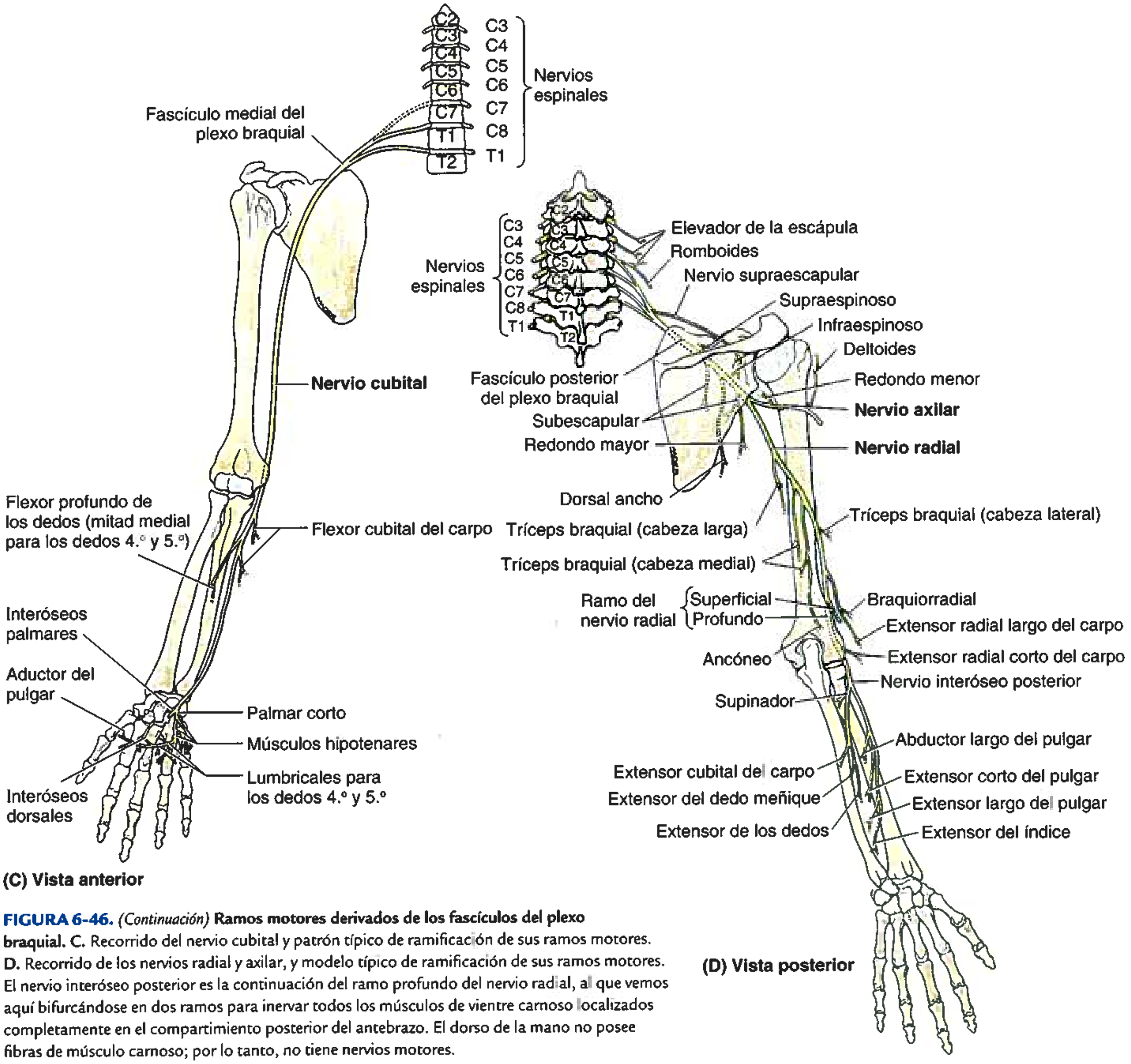

C2
C3
C4
C5
C6
C7
T1
T2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
Nervios espinales
Fascículo medial del plexo braquial
Nervio cubital
Flexor profundo de los dedos (mitad medial para los dedos 4.° y 5.°)
Flexor cubital del carpo
Interóseos palmares
Aductor del pulgar
Interóseos dorsales
Palmar corto
Músculos hipotenares
Lumbricales para los dedos 4.° y 5.°
(C) Vista anterior
Nervios espinales
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
Elevador de la escápula
Romboides
Nervio supraescapular
Supraespinoso
Infraespinoso
Deltoides
Redondo menor
Nervio axilar
Nervio radial
Fascículo posterior del plexo braquial
Subescapular
Redondo mayor
Dorsal ancho
Tríceps braquial (cabeza larga)
Tríceps braquial (cabeza lateral)
Tríceps braquial (cabeza medial)
Ramo del nervio radial
Superficial
Profundo
Braquiorradial
Extensor radial largo del carpo
Extensor radial corto del carpo
Ancóneo
Nervio interóseo posterior
Supinador
Abductor largo del pulgar
Extensor cubital del carpo
Extensor corto del pulgar
Extensor del dedo meñique
Extensor largo del pulgar
Extensor de los dedos
Extensor del índice
(D) Vista posterior

FIGURA 6-46. *(Continuación)* **Ramos motores derivados de los fascículos del plexo braquial. C.** Recorrido del nervio cubital y patrón típico de ramificación de sus ramos motores. **D.** Recorrido de los nervios radial y axilar, y modelo típico de ramificación de sus ramos motores. El nervio interóseo posterior es la continuación del ramo profundo del nervio radial, al que vemos aquí bifurcándose en dos ramos para inervar todos los músculos de vientre carnoso localizados completamente en el compartimiento posterior del antebrazo. El dorso de la mano no posee fibras de músculo carnoso; por lo tanto, no tiene nervios motores.

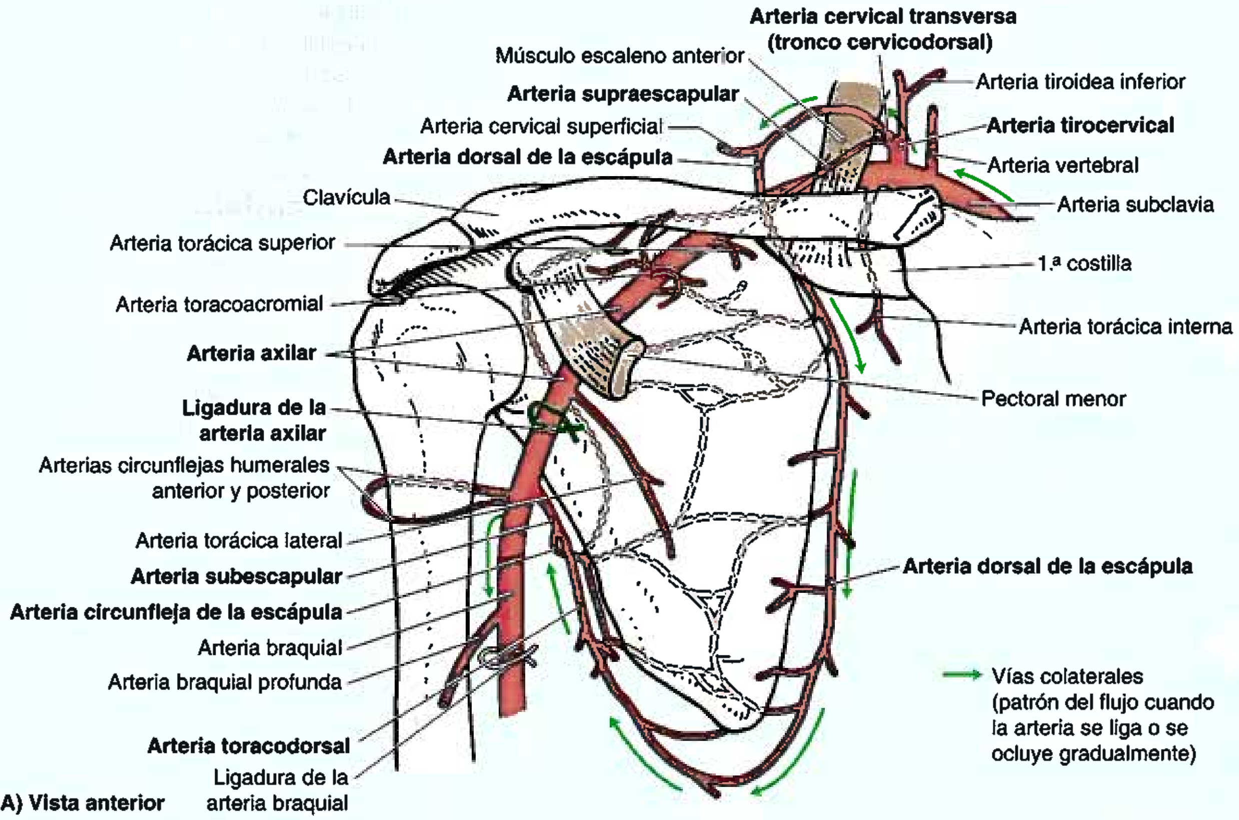
AXILA

Anastomosis arteriales alrededor de la escápula

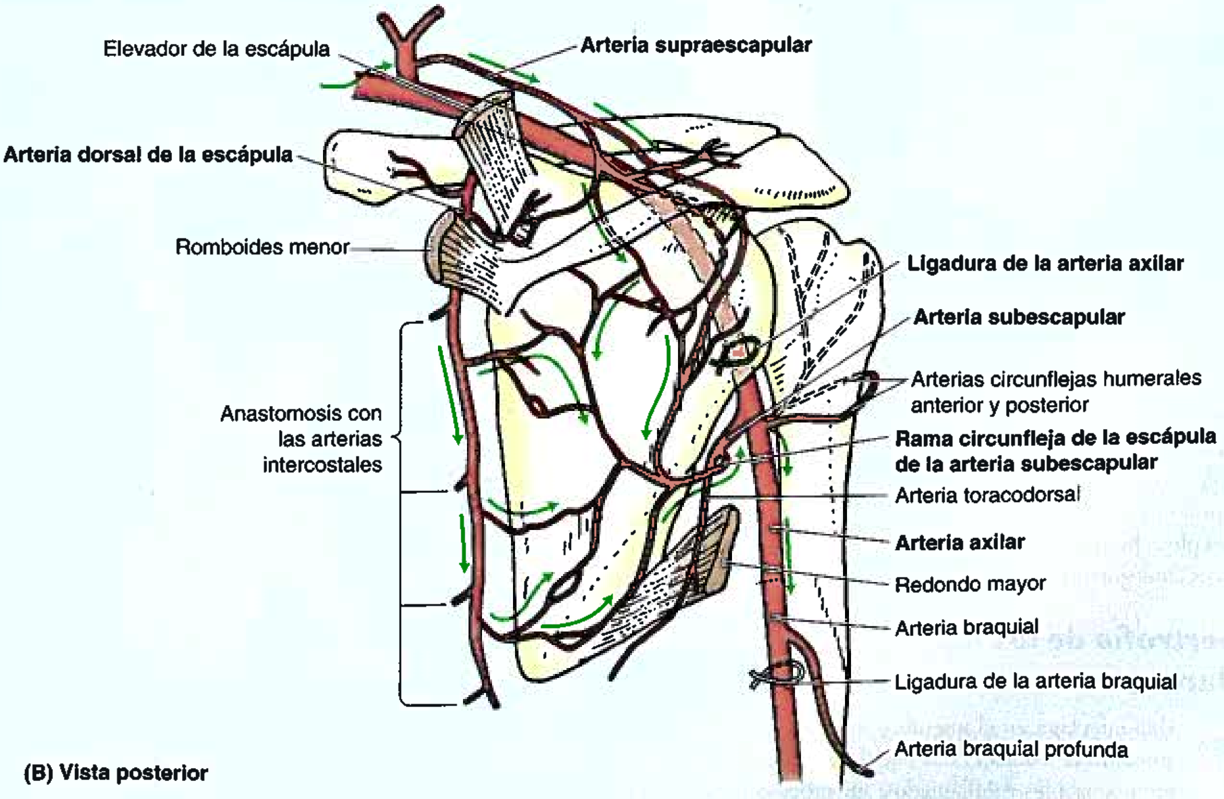
En torno a la escápula se producen muchas anastomosis arteriales. Varias arterias se unen para formar redes sobre las caras anterior y posterior de la escápula: las arterias dorsal de la escápula, supraescapular y subescapular (a través de la rama circunfleja de la escápula) (fig. C6-11).

La importancia de la *circulación colateral* que hace posible estas anastomosis se pone de manifiesto cuando se debe practicar la ligadura de una arteria subclavia o axilar dañada. Por ejemplo, puede ser necesario ligar la arteria axilar entre la 1.ª costilla y la arteria subescapular; en otros casos, la *estenosis* (estrechamiento) *vascular* de la arteria axilar puede estar provocada por una lesión ateresclerótica que causa disminución del flujo sanguíneo. En uno u otro caso, la dirección del flujo sanguíneo en la arteria subescapular se invierte, permitiendo a la sangre alcanzar la tercera porción de la arteria axilar.

Obsérvese que la arteria subescapular recibe sangre a través de diversas anastomosis con las arterias supraescapular, dorsal de la escápula e intercostales. A menudo, la *oclusión paulatina de la arteria axilar* (p. ej., como resultado de un proceso patológico o un traumatismo) permite desarrollar una circulación colateral suficiente y previene la isquemia. La *oclusión súbita* no suele dar el tiempo suficiente para desarrollar una adecuada circulación colateral; como resultado, se produce un aporte insuficiente de sangre al brazo, el antebrazo y la mano. Aunque existen vías colaterales potenciales (sobre todo, anastomosis periarticulares) alrededor de la articulación del hombro proximalmente y de la articulación del codo distalmente, la *ligadura quirúrgica de la arteria axilar* entre los orígenes de la arteria subescapular y la arteria braquial profunda impedirá la irrigación del brazo porque la circulación colateral es inadecuada.


Arteria cervical transversa (tronco cervicodorsal)
Músculo escaleno anterior
Arteria supraescapular
Arteria cervical superficial
Arteria dorsal de la escápula
Clavícula
Arteria torácica superior
Arteria toracoacromial
Arteria axilar
Ligadura de la arteria axilar
Arterias circunflejas humerales anterior y posterior
Arteria torácica lateral
Arteria subescapular
Arteria circunfleja de la escápula
Arteria braquial
Arteria braquial profunda
Arteria toracodorsal
Ligadura de la arteria braquial
Arteria tiroidea inferior
Arteria tirocervical
Arteria vertebral
Arteria subclavia
1.ª costilla
Arteria torácica interna
Pectoral menor
Arteria dorsal de la escápula
Vías colaterales (patrón del flujo cuando la arteria se liga o se ocluye gradualmente)

(A) Vista anterior


Elevador de la escápula
Arteria supraescapular
Arteria dorsal de la escápula
Romboides menor
Anastomosis con las arterias intercostales
Ligadura de la arteria axilar
Arteria subescapular
Arterias circunflejas humerales anterior y posterior
Rama circunfleja de la escápula de la arteria subescapular
Arteria toracodorsal
Arteria axilar
Redondo mayor
Arteria braquial
Ligadura de la arteria braquial
Arteria braquial profunda

(B) Vista posterior

FIGURA C6-11.

Compresión de la arteria axilar

La arteria axilar puede palparse en la parte inferior de la pared lateral de la axila. Cuando se produce una hemorragia abundante (p. ej., la producida por una herida por arma blanca o por arma de fuego en la axila) puede ser necesaria la compresión de la tercera porción de la arteria axilar contra el húmero. Si se requiere compresión en una localización más proximal, puede comprimirse la arteria axilar en su origen (cuando la arteria subclavia cruza la 1.ª costilla), ejerciendo presión hacia abajo en el ángulo entre la clavícula y la inserción inferior del esternocleidomastoideo.

Aneurisma de la arteria axilar

La primera porción de la arteria axilar puede aumentar de tamaño (**aneurisma de la arteria axilar**) y comprimir los troncos del plexo braquial, provocando dolor y anestesia (pérdida de sensibilidad) en las zonas de piel inervadas por los nervios afectados. Los aneurismas de la arteria axilar pueden aparecer en lanzadores de béisbol, debido a los movimientos de brazo rápidos y enérgicos que realizan.

Lesiones de la vena axilar

Las heridas en la axila afectan a menudo a la vena axilar debido a su gran tamaño y su posición expuesta. Cuando el brazo está abducido por completo, la vena axilar se solapa sobre la arteria axilar anteriormente. Una herida en la porción proximal de la vena es especialmente peligrosa, no sólo por la profusa hemorragia que tiene lugar, sino también por el riesgo de entrada de aire en la vena y la producción de *émbolos gaseosos* (burbujas de aire) en la sangre.

Papel de la vena axilar en la punción de la vena subclavia

La punción de la vena subclavia, en la cual se introduce un catéter en su interior, se ha convertido en un procedimiento clínico frecuente (v. el cuadro azul «Punción de la vena subclavia», p. 1008).

La vena axilar pasa a ser la vena subclavia al cruzar la 1.ª costilla. Como la aguja se hace avanzar medialmente para entrar en la vena cuando cruza la costilla, la vena que realmente se punciona (el punto de entrada) cuando se realiza una «punción de la vena subclavia» es la porción terminal de la vena axilar. No obstante, la punta de la aguja entra en la luz de la vena subclavia casi inmediatamente. Por ello, el hecho de que la vena axilar se sitúe anterior e inferior (es decir, superficialmente) a la arteria axilar y a las porciones del plexo braquial que empiezan a rodear a la arteria en dicho punto es clínicamente relevante.

Hipertrofia de los nódulos linfáticos axilares

Una infección en el miembro superior puede causar el aumento de tamaño de los nódulos axilares y hacer que estén sensibles e inflamados, un proceso denominado *linfangitis* (inflamación de vasos linfáticos). El grupo de nódulos humerales es, normalmente, el primero en afectarse.

La linfangitis se caracteriza por la aparición de estrías rojizas, calientes y sensibles, en la piel del miembro. Las infecciones en la región pectoral y la mama, incluida la parte superior del abdomen, también pueden producir hipertrofia de los nódulos linfáticos axilares. En el cáncer metastático del grupo apical, los nódulos suelen adherirse a la vena axilar, lo que puede precisar la extirpación de parte de dicho vaso. El aumento de tamaño de los nódulos apicales puede obstruir la vena cefálica superior al pectoral menor.

Disección de los nódulos linfáticos axilares

A menudo es necesario llevar a cabo la extirpación y estudio anatomopatológico de los nódulos linfáticos axilares para realizar el *estadiaje* de neoplasias como el cáncer de mama y determinar el tratamiento adecuado (v. p. 104). Como los nódulos linfáticos axilares están dispuestos y reciben la linfa (y por tanto, las células metastáticas cancerosas) en un orden específico, es importante extraerlos y estudiarlos en ese orden para determinar el grado de evolución del cáncer y en que es probable que haya metastatizado. El drenaje linfático del miembro superior puede verse comprometido tras extirpar los nódulos axilares y aparecer un **linfedema,** una tumefacción debida a la acumulación de linfa , sobre todo en el tejido subcutáneo.

Durante la **disección de nódulos axilares** existe el riesgo de lesionar dos nervios. En la intervención, se identifica el nervio torácico largo para el serrato anterior y se mantiene en contacto con la pared anterior del tórax. Tal como se ha comentado antes en este capítulo, la sección del nervio torácico largo produce una escápula alada. En caso de seccionar el nervio toracodorsal para el dorsal ancho se debilitan la rotación medial y la aducción del brazo, pero no se producen deformidades. Cuando los nódulos que rodean el nervio están claramente metastatizados, en ocasiones puede ser necesario sacrificar el nervio al resecar los nódulos, para aumentar la probabilidad de eliminar completamente las células malignas.

Variaciones del plexo braquial

Las variaciones en la formación del plexo braquial son frecuentes (Bergman *et al.*, 1988). Además de los cinco ramos anteriores (C5-8 y T1) que forman las raíces del plexo braquial, pueden existir pequeñas contribuciones por parte de los ramos anteriores de C4 o T2. Cuando la raíz más superior (ramo anterior) del plexo es C4 y la raíz más inferior es C8, se denomina *plexo braquial prefijado.* Por otro lado, cuando la raíz superior es C6 y la raíz inferior es T2, recibe el nombre de *plexo braquial posfijado.* En este último tipo, el tronco inferior del plexo puede ser comprimido por la 1.ª costilla, lo que provoca síntomas vasculonerviosos en el miembro superior. También pueden producirse variaciones en la formación de los troncos, divisiones y fascículos; en el origen y/o combinación de ramos, y en la relación con la arteria axilar y los músculos escalenos. Por ejemplo, los fascículos lateral o medial pueden recibir fibras desde ramos anteriores inferiores o superiores a los niveles habituales, respectivamente.

En algunos individuos pueden faltar las divisiones de los troncos o la formación de fascículos en una o más porciones del plexo; sin embargo, la composición de los ramos terminales no sufre cambios. Dado que cada nervio periférico es una agrupación de fibras nerviosas que se mantienen unidas mediante tejido conectivo, resulta comprensible que, por ejemplo, el nervio mediano pueda tener dos raíces mediales en lugar de una (es decir, simplemente, las fibras nerviosas se agrupan de forma distinta). Esto se debe a que las fibras del fascículo medial del plexo braquial se dividen en tres ramas, dos que forman el nervio mediano y la tercera el nervio cubital. En ocasiones puede ser más confuso, cuando las dos raíces mediales están totalmente separadas; no obstante, hay que entender que aunque el nervio mediano pueda tener dos raíces mediales, los componentes del nervio son los mismos (es decir, los impulsos proceden del mismo lugar y tienen el mismo destino, independientemente de que viajen por una raíz o por dos).

Lesiones del plexo braquial

Las lesiones del plexo braquial afectan a los movimientos y la sensibilidad cutánea del miembro superior. Las patologías, estiramientos y heridas en la región cervical lateral (triángulo cervical posterior) o en la axila pueden producir lesiones del plexo braquial (v. cap. 8). Los signos y síntomas dependen de qué porción del plexo braquial está implicada. Las lesiones del plexo braquial provocan *parálisis* y *anestesia*. La exploración de la capacidad del sujeto para llevar a cabo distintos movimientos permite valorar el grado de parálisis. En la *parálisis completa,* no se detectan movimientos. En la *parálisis incompleta,* no todos los músculos están paralizados; por ello, el paciente puede moverse, aunque los movimientos son débiles comparados con los del lado no lesionado. La determinación de la capacidad de la persona para sentir dolor (p. ej., pellizcando la piel) evalúa el grado de anestesia.

Las *lesiones de las porciones superiores del plexo braquial* (C5 y C6) están provocadas normalmente por un aumento excesivo del ángulo entre el cuello y el hombro. Estas lesiones pueden ocurrir cuando una persona sale despedida de una moto o un caballo y el hombro impacta con el suelo de manera que el cuello se separa ampliamente de él (fig. C6-12A). Cuando se sale despedido, a menudo el hombro choca bruscamente con algún objeto (p. ej., un árbol o el suelo) y se frena, mientras que la cabeza y el tronco continúan en movimiento. Esto estira o rompe las porciones superiores del plexo braquial o **avulsiona** (arranca) las raíces del plexo de la médula espinal.

La lesión del tronco superior del plexo braquial se reconoce por la posición característica del miembro («posición de petición de propina del camarero»), en la cual el miembro cuelga a un lado en rotación interna (fig. C6-12B). Las *lesiones de la porción superior del plexo braquial* pueden producirse también en el recién nacido, cuando tiene lugar una tracción excesiva sobre el cuello durante el parto (fig. C6-12C).

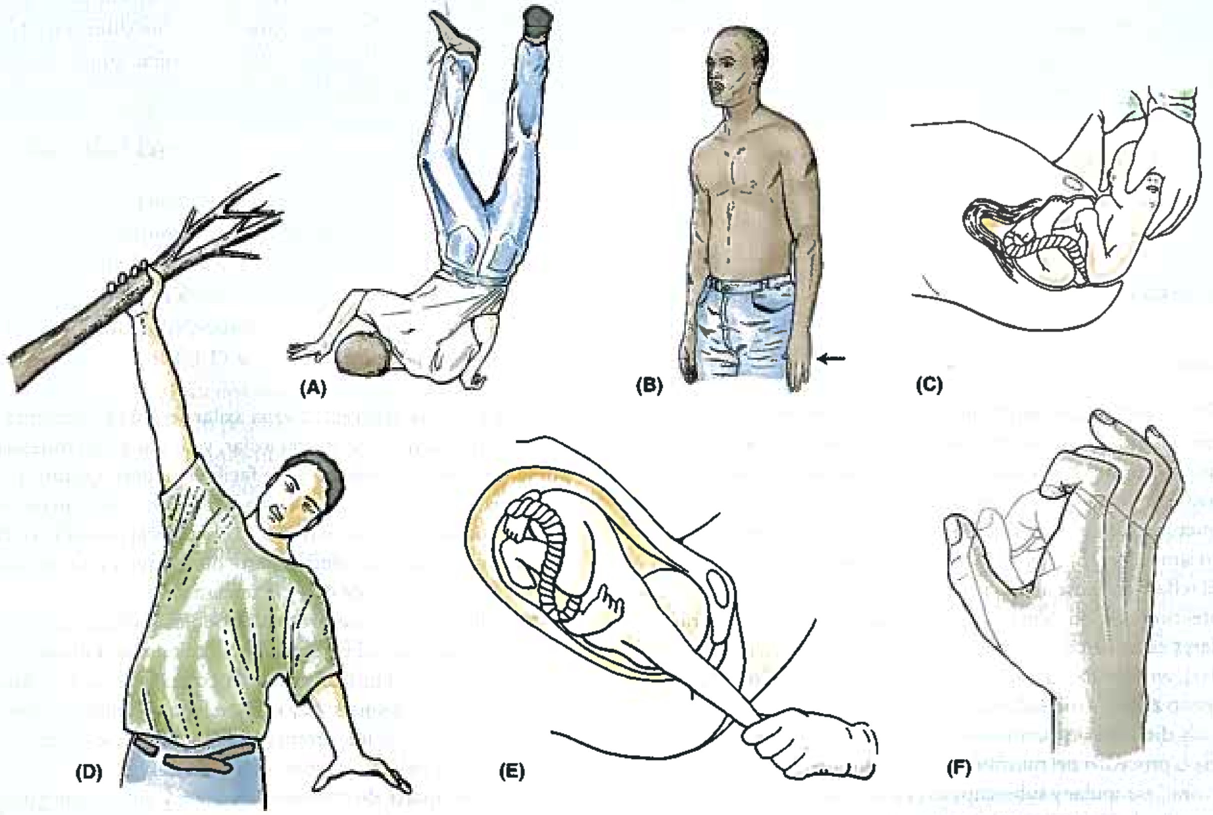


FIGURA C6-12. **Lesiones del plexo braquial.** **A.** Adviértase el aumento excesivo del ángulo entre la cabeza y el hombro izquierdo. **B.** Posición de petición de propina del camarero (miembro superior izquierdo). **C.** Obsérvese el aumento excesivo del ángulo entre la cabeza y el hombro izquierdo en este parto. **D** y **E.** Aumento excesivo del ángulo entre el tronco y el miembro superior derecho. **F.** Mano en garra (la persona intenta adoptar la posición de «puño» semitransparente superpuesta).

Como resultado de las *lesiones de las porciones superiores del plexo braquial (parálisis de Erb-Duchenne)*, se produce parálisis de los músculos del hombro y el brazo inervados por C5 y C6: deltoides, bíceps braquial y braquial. La apariencia clínica habitual es un miembro superior con el hombro aducido, el brazo rotado internamente y el codo extendido. La cara lateral del antebrazo también sufre una cierta pérdida de sensibilidad. Los microtraumatismos crónicos en el tronco superior del plexo braquial por transporte de mochilas pesadas pueden producir déficit motores y sensitivos en la distribución de los nervios musculocutáneo y radial. La *lesión del plexo braquial superior* puede provocar espasmos musculares y una grave discapacidad en excursionistas *(parálisis de los mochileros)* que cargan mochilas pesadas durante largos períodos de tiempo.

La *neuritis aguda del plexo braquial (neuropatía del plexo braquial)* es un trastorno neurológico de causa desconocida que se caracteriza por la aparición brusca de dolor intenso, por lo general alrededor del hombro. Normalmente, el dolor se inicia de noche y se sigue de debilidad muscular y, en ocasiones, de atrofia muscular *(amiotrofia neurológica)*. La inflamación del plexo braquial *(neuritis braquial)* suele estar precedida por algún acontecimiento (p. ej., infección respiratoria alta, vacunación, traumatismo inespecífico). Las fibras nerviosas afectadas suelen proceder del tronco superior del plexo braquial.

La *compresión de los fascículos del plexo braquial* puede ser la consecuencia de una hiperabducción prolongada del brazo durante la realización de trabajos manuales por encima de la cabeza, como pintar techos. Los fascículos son pinzados o comprimidos entre la apófisis coracoides de la escápula y el tendón del pectoral menor. Los síntomas neurológicos habituales son dolor que irradia hacia abajo por el brazo, adormecimiento, parestesias (hormigueo), eritema (enrojecimiento de la piel debido a dilatación capilar) y debilidad en las manos. La compresión de la arteria y la vena axilares provoca isquemia del miembro superior y dilatación de las venas superficiales. Estos signos y síntomas del *síndrome de hiperabducción* se deben a la compresión de los vasos y nervios axilares.

Las *lesiones de las porciones inferiores del plexo braquial (parálisis de Klumpke)* son mucho menos frecuentes. Estas lesiones pueden ocurrir cuando el miembro superior es traccionado superiormente de forma súbita, por ejemplo cuando una persona se agarra a algo para evitar una caída (fig. C6-12D) o cuando el miembro superior de un recién nacido es traccionado con demasiada fuerza durante el parto (fig. C6-12E). Estos sucesos lesionan el tronco inferior del plexo braquial (C8 y T1) y pueden avulsionar las raíces de los nervios espinales de la médula espinal. Los músculos intrínsecos de la mano resultan afectados y se produce una *mano en garra* (fig. C6-12F).

Bloqueo del plexo braquial

La inyección de una solución anestésica en la vaina axilar, o inmediatamente alrededor de ella, interrumpe los impulsos nerviosos y produce anestesia de las estructuras inervadas por los ramos de los fascículos del plexo (fig. 6-38A). Se bloquean las sensaciones en todas las estructuras profundas del miembro superior y en la piel distal a la porción media del brazo. En combinación con una técnica de torniquete oclusivo para retener el agente anestésico, este procedimiento permite al cirujano operar en el miembro superior sin utilizar anestesia general. El plexo braquial puede anestesiarse mediante diferentes técnicas de bloqueo, como los bloqueos interescalénico, supraclavicular y axilar (Leonard *et al.*, 1999).

Puntos fundamentales

AXILA

Axila. La axila es un compartimiento (centro de distribución) fascial piramidal relleno de tejido adiposo que da paso o aloja a las principales «herramientas» que prestan servicio (irrigan, inervan, drenan y comunican) al miembro superior. ♦ Las estructuras axilares normalmente están protegidas por el brazo, pero son vulnerables cuando éste se encuentra en abducción. ♦ El reflejo de «cosquillas» nos obliga a recuperar la postura de protección cuando se detecta una amenaza. ♦ Las estructuras axilares están cercadas por una envoltura protectora (vaina axilar), englobadas en una matriz amortiguadora flexible (tejido adiposo axilar) y rodeadas de paredes osteomusculares. ♦ Por la axila discurren estructuras vasculonerviosas que se dirigen hacia o proceden del miembro superior en su totalidad (regiones pectoral, escapular y subescapular, y miembro superior libre). ♦ La axila da paso a estructuras vasculares importantes que discurren entre el cuello y el miembro superior.

Vena y arteria axilares. La vena axilar se sitúa por delante y ligeramente inferior a la arteria axilar, y ambas están rodeadas por la vaina fascial axilar. ♦ Para facilitar su descripción, la arteria axilar y la vena axilar se han dividido en tres porciones (medial, posterior y lateral respecto al pectoral menor). Se da la coincidencia de que la primera parte de la arteria está dotada de una rama, la segunda de dos y la tercera de tres.

Nódulos linfáticos axilares. Los nódulos linfáticos axilares están englobados en el tejido adiposo axilar, externamente a la vaina axilar. ♦ Los nódulos linfáticos axilares se distribuyen en grupos que están dispuestos y reciben linfa en un orden específico; esta característica es importante en la estadificación y en la determinación del tratamiento adecuado del cáncer de mama. ♦ Aparte de transportar sangre y linfa desde y hacia el miembro superior, las estructuras vasculares de la axila también prestan servicio en las regiones escapular y pectoral, y en la pared torácica lateral. ♦ Los nódulos linfáticos axilares reciben linfa del miembro superior y de todo el cuadrante superior de la pared superficial del tronco, desde el nivel de las clavículas hasta el del ombligo, incluida la mayor parte de la mama.

Plexo braquial. El plexo braquial es una interconexión organizada de fibras nerviosas procedentes de los cinco ramos anteriores adyacentes (C5-T1, las raíces del plexo) que inervan el miembro superior. ♦ Aunque su identidad segmentaria se pierde al formar el plexo, su disposición segmentaria original se mantiene en la piel (dermatomas, con una distribución de craneal a caudal; v. «Inervación cutánea del miembro superior», p. 693) y en los músculos (miotomas, con una distribución de proximal a distal). Por ejemplo, las fibras de C5 y C6 inervan principalmente músculos que actúan sobre el hombro o flexionan el codo; las fibras de C7 y C8 inervan músculos que extienden el codo o son parte del antebrazo; y las fibras de T1 inervan los músculos intrínsecos de la mano. ♦ En las fases iniciales de la formación del plexo braquial se fusionan los pares de raíces superior e inferior para formar tres troncos, cada uno de los cuales se ramifica en divisiones anteriores y posteriores. ♦ Las fibras que circulan por divisiones anteriores inervan flexores y pronadores de los compartimientos anteriores del miembro, y las que circulan por divisiones posteriores inervan extensores y supinadores de los compartimientos posteriores. ♦ Las seis divisiones se fusionan para formar tres fascículos que rodean la- arteria axilar. ♦ Dos de los tres fascículos dan origen a su vez a cinco nervios, y el tercero (fascículo lateral) da origen a tres nervios. ♦ Aparte de los nervios que se originan de los fascículos, diez más nacen en diversas partes del plexo. ♦ La mayoría de los nervios procedentes del plexo contiene fibras de dos o más ramos anteriores adyacentes.

BRAZO

El **brazo** se extiende desde el hombro hasta el codo. En el codo tienen lugar dos tipos de movimientos entre el brazo y el antebrazo: flexión-extensión y pronación-supinación. Los músculos que llevan a cabo estos movimientos se dividen claramente en un grupo anterior y uno posterior, separados por el húmero y los tabiques intermusculares medial y lateral (fig. 6-47). Las acciones principales de ambos grupos se producen sobre la articulación del codo, pero algunos músculos también actúan sobre la articulación del hombro. La parte superior del húmero proporciona inserciones para los tendones de los músculos del hombro.

Músculos del brazo

De los cuatro principales músculos del brazo, tres son flexores (bíceps braquial, braquial y coracobraquial), se encuentran en el compartimiento anterior (flexor) y están inervados por el nervio musculocutáneo, y uno es extensor (tríceps braquial), se encuentra en el compartimiento posterior y está inervado por el nervio radial (figs. 6-48 y 6-49B a D y F; tabla 6-9). El ancóneo es un músculo coadyuvante del tríceps situado distalmente que también pertenece al compartimiento posterior (fig. 6-49G). Los músculos flexores del compartimiento anterior son casi el doble de potentes que los extensores en todas las posiciones; en consecuencia, somos mejores empujadores que tiradores. Se debe destacar, no obstante, que los extensores del codo son particularmente importantes para levantarse de una silla o ir en silla de ruedas. Así pues, la potenciación del tríceps braquial tiene una relevancia especial en las personas ancianas o discapacitadas.

Los músculos del brazo y sus inserciones se ilustran en la figura 6-49, y sus inserciones, inervación y acciones se describen en la tabla 6-9.

BÍCEPS BRAQUIAL

El **bíceps braquial,** tal y como su nombre indica, está dotado normalmente de dos cabezas en su inserción proximal. Ambas cabezas se originan proximalmente en apófisis de la escápula mediante inserciones tendinosas, y sus vientres carnosos se unen poco después de alcanzar la mitad del brazo (fig. 6-49B).

Aproximadamente en un 10% de los casos existe una tercera cabeza del bíceps braquial. Cuando está presente, esta tercera cabeza se extiende desde la parte superomedial del braquial (con la cual está fusionada), normalmente por detrás de la arteria braquial. En cualquier caso, se forma distalmente un único **tendón del bíceps braquial** que se une principalmente al radio.

Aunque el bíceps braquial se localiza en el compartimiento anterior del brazo, carece de inserciones en el húmero (figs. 6-47B y C, y 6-49A y B). El bíceps braquial es un «músculo de tres articulaciones», que cruza y puede inducir movimientos en las articulaciones del hombro, del codo y radiocubitales, aunque principalmente actúa sobre las dos últimas. Su acción y eficacia vienen determinadas en gran medida por la posición del codo y el antebrazo. Cuando el codo se encuentra en extensión, el bíceps braquial es un simple flexor del antebrazo. Sin embargo, a medida que la flexión del codo se acerca a los 90° y se necesita más fuerza contra la resistencia, el bíceps braquial adquiere la capacidad de generar dos potentes movimientos, según la posición del antebrazo: cuando el codo está flexionado a casi 90° y el antebrazo se encuentra en supinación, el bíceps braquial induce principalmente flexión; en cambio, cuando el antebrazo se encuentra en pronación, el bíceps es el principal (más potente) supinador del antebrazo. Lo utilizan, por ejemplo, las personas diestras para apretar un tornillo en una madera dura o para insertar un sacacorchos en el tapón de una botella de vino y descorcharla. El bíceps braquial actúa poco como flexor cuando el antebrazo está pronado, incluso si se le aplica resistencia. En posición de semipronación es activo sólo contra resistencia (Hamill y Knutzen, 2003).

El redondeado tendón de la cabeza larga del bíceps se origina en el tubérculo supraglenoideo de la escápula, cruza la cabeza del húmero dentro de la cavidad de la articulación del hombro y continúa para quedar rodeado por la membrana sinovial cuando desciende por el surco intertubercular del húmero. Una amplia banda, el **ligamento transverso del húmero,** se extiende desde el tubérculo menor hasta el tubérculo mayor del húmero y convierte

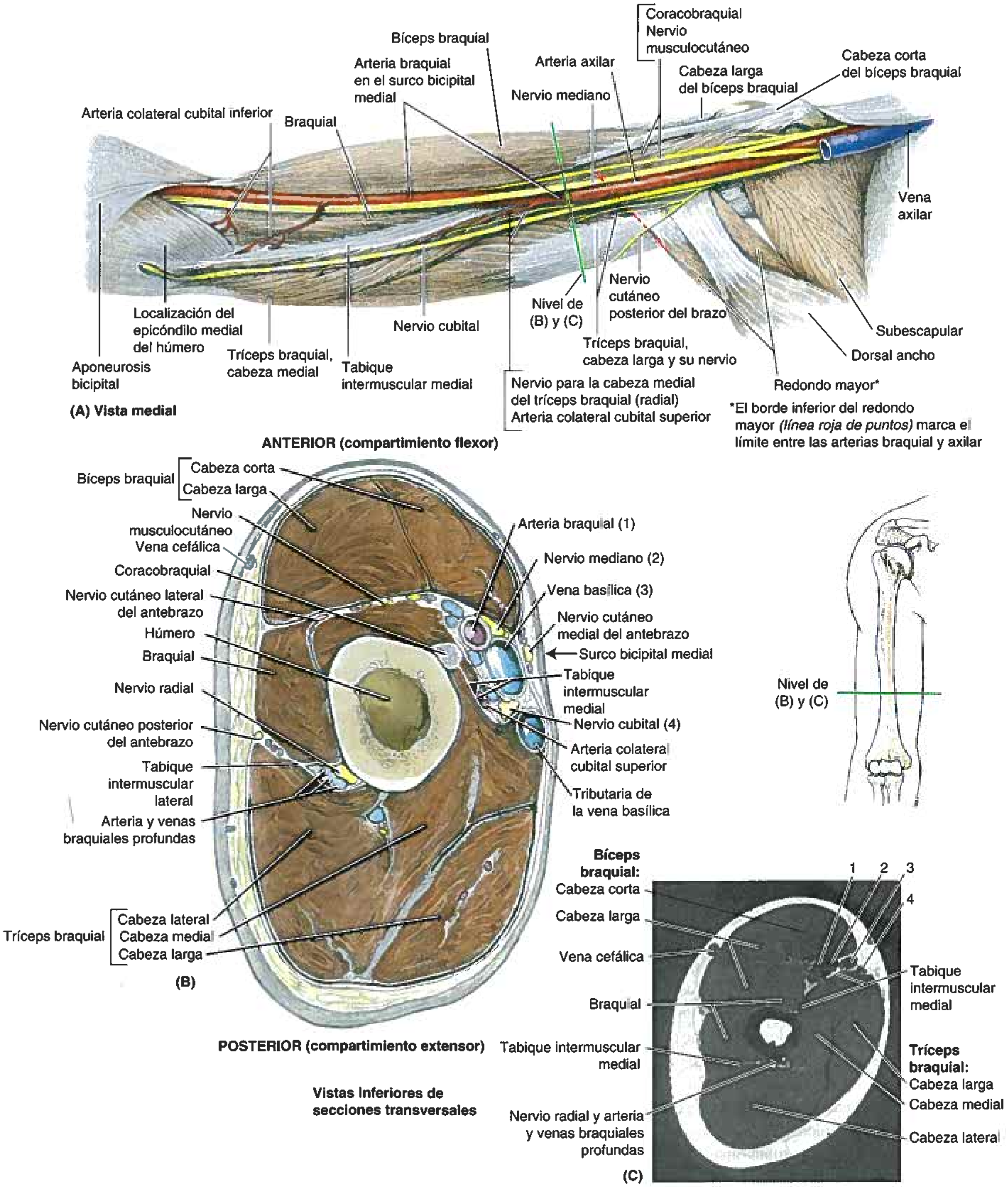

Coracobraquial
Nervio musculocutáneo
Bíceps braquial
Arteria braquial en el surco bicipital medial
Arteria axilar
Cabeza larga del bíceps braquial
Cabeza corta del bíceps braquial
Nervio mediano
Arteria colateral cubital inferior
Braquial
Vena axilar
Nervio cutáneo posterior del brazo
Nivel de (B) y (C)
Localización del epicóndilo medial del húmero
Nervio cubital
Subescapular
Tríceps braquial, cabeza larga y su nervio
Dorsal ancho
Aponeurosis bicipital
Tríceps braquial, cabeza medial
Tabique intermuscular medial
Nervio para la cabeza medial del tríceps braquial (radial)
Arteria colateral cubital superior
Redondo mayor*
*El borde inferior del redondo mayor *(línea roja de puntos)* marca el límite entre las arterias braquial y axilar
(A) Vista medial
ANTERIOR (compartimiento flexor)
Bíceps braquial
Cabeza corta
Cabeza larga
Nervio musculocutáneo
Vena cefálica
Coracobraquial
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Húmero
Braquial
Nervio radial
Nervio cutáneo posterior del antebrazo
Tabique intermuscular lateral
Arteria y venas braquiales profundas
Arteria braquial (1)
Nervio mediano (2)
Vena basílica (3)
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Surco bicipital medial
Tabique intermuscular medial
Nervio cubital (4)
Arteria colateral cubital superior
Tributaria de la vena basílica
Nivel de (B) y (C)
Tríceps braquial
Cabeza lateral
Cabeza medial
Cabeza larga
(B)
POSTERIOR (compartimiento extensor)
Vistas inferiores de secciones transversales
Bíceps braquial:
Cabeza corta
Cabeza larga
Vena cefálica
Braquial
Tabique intermuscular medial
Nervio radial y arteria y venas braquiales profundas
1
2
3
4
Tabique intermuscular medial
Tríceps braquial:
Cabeza larga
Cabeza medial
Cabeza lateral
(C)

FIGURA 6-47. Músculos, estructuras vasculonerviosas y compartimientos del brazo. A. En esta disección del brazo derecho se han extirpado las venas, excepto la porción proximal de la vena axilar. Obsérvese el recorrido de los nervios musculocutáneo, mediano y cubital, y de la arteria braquial, a lo largo de la cara medial (protegida) del brazo. Sus recorridos generalmente son paralelos al tabique intermuscular medial que separa los compartimientos anterior y posterior en los dos tercios distales del brazo. **B.** En esta sección transversal del brazo derecho, las tres cabezas del tríceps braquial y el nervio radial y sus vasos satélites (en contacto con el húmero) se encuentran en el compartimiento posterior. **C.** RM transversal que muestra las características vistas en la parte **B;** las estructuras numeradas pueden identificarse en la parte **B.** (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Chair of Medical Imaging and Clinical Director of Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

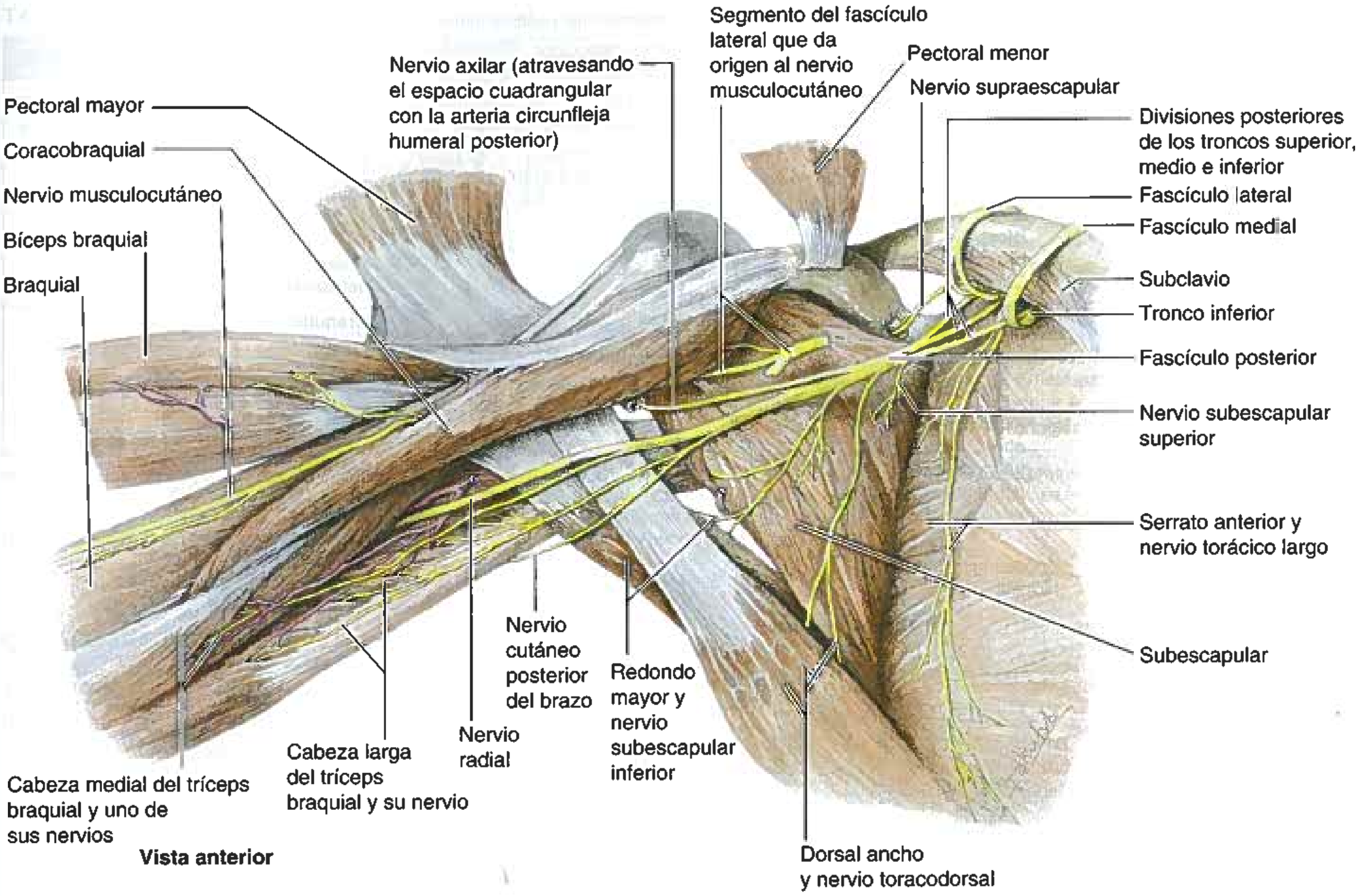

Pectoral mayor
Coracobraquial
Nervio musculocutáneo
Bíceps braquial
Braquial
Nervio axilar (atravesando el espacio cuadrangular con la arteria circunfleja humeral posterior)
Segmento del fascículo lateral que da origen al nervio musculocutáneo
Pectoral menor
Nervio supraescapular
Divisiones posteriores de los troncos superior, medio e inferior
Fascículo lateral
Fascículo medial
Subclavio
Tronco inferior
Fascículo posterior
Nervio subescapular superior
Serrato anterior y nervio torácico largo
Subescapular
Nervio cutáneo posterior del brazo
Redondo mayor y nervio subescapular inferior
Nervio radial
Cabeza larga del tríceps braquial y su nervio
Cabeza medial del tríceps braquial y uno de sus nervios
Vista anterior
Dorsal ancho y nervio toracodorsal

FIGURA 6-48. Nervios para las paredes medial y posterior de la axila, y músculos del brazo. Los músculos pectorales mayor y menor están reflejados superolateralmente, y los fascículos lateral y medial del plexo braquial están reflejados superomedialmente. Se han extirpado todos los grandes vasos y los nervios que se originan en los fascículos medial y lateral del plexo braquial (excepto el nervio musculocutáneo que se origina en un segmento del fascículo lateral). Se muestra el fascículo posterior, formado por la fusión de las divisiones posteriores de los tres troncos del plexo braquial. Da lugar a cinco nervios periféricos, cuatro de los cuales inervan los músculos de la pared posterior de la axila y los compartimientos posteriores del miembro superior.

el surco intertubercular en un conducto (fig. 6-49B). El ligamento mantiene el tendón de la cabeza larga del bíceps en ese conducto.

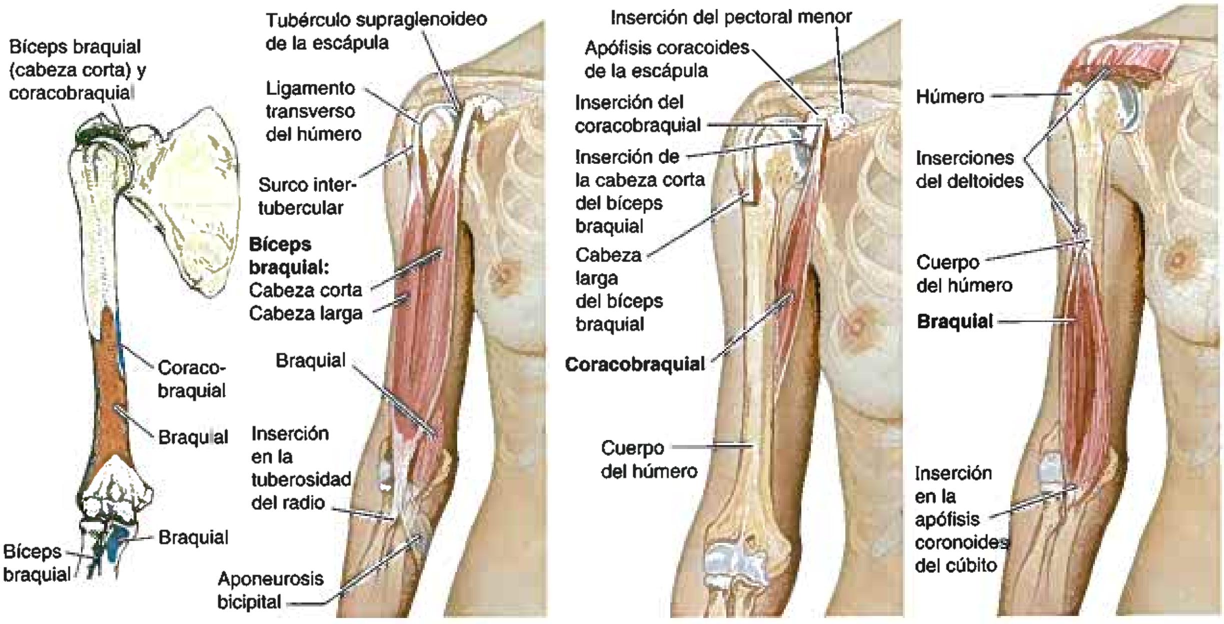
Distalmente, la principal inserción del bíceps braquial es en la tuberosidad del radio, mediante el tendón del bíceps braquial. No obstante, una banda membranosa triangular denominada **aponeurosis bicipital** discurre a través de la fosa del codo desde el tendón del bíceps braquial y se fusiona con la fascia (profunda) del antebrazo que recubre los músculos flexores en la cara medial del antebrazo. Se inserta indirectamente mediante la fascia en el borde subcutáneo del cúbito. La parte proximal de la aponeurosis bicipital se puede notar fácilmente cuando pasa en dirección oblicua por encima de la arteria braquial y el nervio mediano (fig. 6-52A). La aponeurosis bicipital ofrece protección a esas y otras estructuras en la fosa del codo. También ayuda a moderar la tensión del tendón del bíceps sobre la tuberosidad del radio durante la pronación y la supinación del antebrazo.

Para explorar el bíceps braquial, el sujeto debe flexionar el codo contra resistencia cuando el antebrazo se encuentra en supinación. Con esta maniobra el músculo forma un prominente abombamiento fácil de palpar en la cara anterior del brazo, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

BRAQUIAL

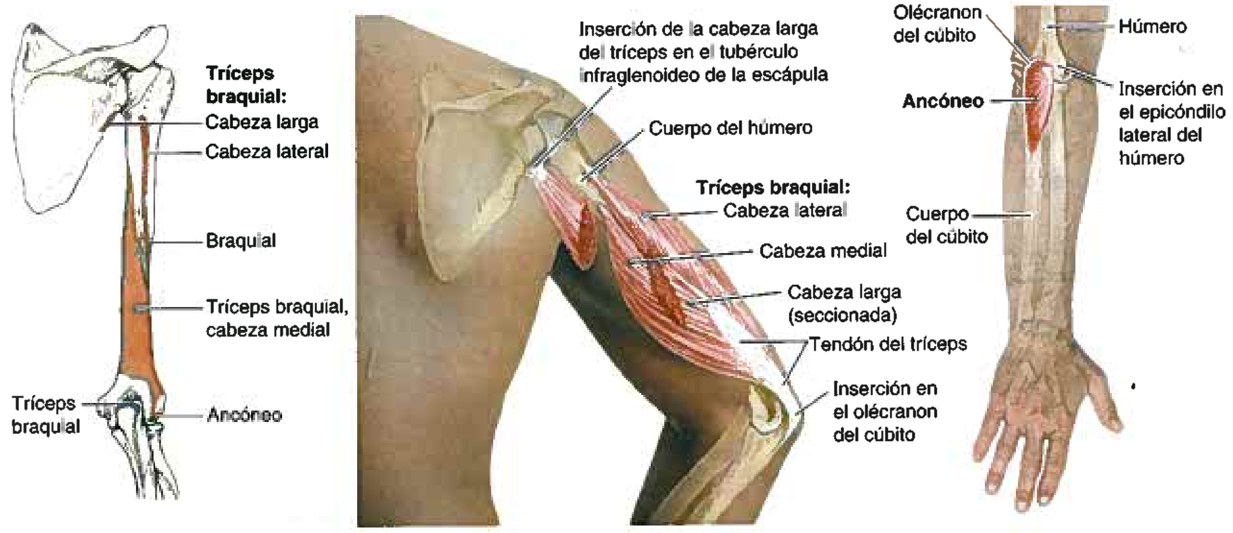
El **braquial** es un músculo fusiforme y aplanado que se sitúa posteriormente y en profundidad respecto al bíceps braquial. Su inserción distal recubre la parte anterior de la articulación del codo (figs. 6-47, 6-48 y 6-49D; tabla 6-9). El braquial es el principal flexor del antebrazo. Es el único flexor puro, y produce la mayor cantidad de fuerza de flexión. Flexiona el antebrazo en todas las posiciones sin verse afectado por la pronación o la supinación, durante los movimientos tanto lentos como rápidos, y tanto en presencia como en ausencia de resistencia. Cuando se extiende el antebrazo lentamente, el braquial se relaja lentamente para estabilizar el movimiento (es una contracción excéntrica que se utiliza, por ejemplo, para coger y volver a dejar una taza con cuidado). El braquial siempre se contrae cuando se flexiona el codo y es el principal encargado de mantener la posición de flexión. Debido a su importante y casi constante acción, se considera el «mulo de carga» de los flexores del codo.

Para explorar el braquial, se debe flexionar contra resistencia el antebrazo cuando éste se encuentra en semipronación. Esta maniobra permite observar y palpar el músculo contraído, siempre y cuando sus movimientos sean normales.


Bíceps braquial (cabeza corta) y coracobraquial
Coraco-braquial
Braquial
Braquial
Bíceps braquial
Tubérculo supraglenoideo de la escápula
Ligamento transverso del húmero
Surco inter-tubercular
Bíceps braquial:
Cabeza corta
Cabeza larga
Braquial
Inserción en la tuberosidad del radio
Aponeurosis bicipital
Inserción del pectoral menor
Apófisis coracoides de la escápula
Inserción del coracobraquial
Inserción de la cabeza corta del bíceps braquial
Cabeza larga del bíceps braquial
Coracobraquial
Cuerpo del húmero
Húmero
Inserciones del deltoides
Cuerpo del húmero
Braquial
Inserción en la apófisis coronoides del cúbito

(A) Inserciones óseas **(B) Bíceps braquial** **(C) Coracobraquial** **(D) Braquial**

Vistas anteriores


Tríceps braquial:
Cabeza larga
Cabeza lateral
Braquial
Tríceps braquial, cabeza medial
Tríceps braquial
Ancóneo
Inserción de la cabeza larga del tríceps en el tubérculo infraglenoideo de la escápula
Cuerpo del húmero
Tríceps braquial:
Cabeza lateral
Cabeza medial
Cabeza larga (seccionada)
Tendón del tríceps
Inserción en el olécranon del cúbito
Olécranon del cúbito
Húmero
Ancóneo
Inserción en el epicóndilo lateral del húmero
Cuerpo del cúbito

(E) Inserciones óseas **(F) Tríceps braquial** **(G) Ancóneo**

Vistas posteriores

FIGURA 6-49. Músculos del brazo.

TABLA 6-9. MÚSCULOS DEL BRAZO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acción del músculo
Bíceps braquial	Cabeza corta: punta de la apófisis coracoides de la escápula Cabeza larga: tubérculo supraglenoideo de la escápula	Tuberosidad del radio y fascia del antebrazo por medio de la aponeurosis bicipital	Nervio musculocutáneo (C5, **C6**, C7)	Supina el antebrazo, y cuando está supinado, flexiona el antebrazo; la cabeza corta se opone a la luxación del hombro
Coracobraquial	Punta de la apófisis coracoides de la escápula	Tercio medio de la cara medial del húmero		Ayuda a la flexión y aduce el brazo; se opone a la luxación del hombro
Braquial	Mitad distal de la cara anterior del húmero	Apófisis coronoides y tuberosidad del cúbito	Nervio musculocutáneo[b] (C5, C6) y nervio radial (C5, C7)	Flexiona el antebrazo en todas las posiciones

TABLA 6-9. MÚSCULOS DEL BRAZO *(Continuación)*

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación	Acción del músculo
Tríceps braquial	Cabeza larga: tubérculo infraglenoideo de la escápula Cabeza lateral: cara posterior del húmero, superior al surco del nervio radial Cabeza medial: cara posterior del húmero, inferior al surco del nervio radial	Extremo proximal del olécranon del cúbito y fascia del antebrazo	Nervio radial (C6, **C7, C8**)	Principal extensor del antebrazo; la cabeza larga se opone a la luxación del hombro; especialmente importante durante la aducción
Ancóneo	Epicóndilo lateral del húmero	Cara lateral del olécranon y parte superior de la cara posterior del cúbito	Nervio radial (C7, C8, T1)	Ayuda al tríceps braquial en la extensión del antebrazo; estabiliza la articulación del codo; puede abducir el cúbito durante la pronación

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «C5, **C6**, C7» indica que los nervios que inervan el bíceps braquial derivan de los segmentos cervicales quinto a séptimo de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita **(C6)** indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan en ellos provoca la parálisis de los músculos implicados.

[b] La mayor parte de la porción lateral del braquial está inervada por un ramo del nervio radial.

CORACOBRAQUIAL

El **coracobraquial** es un músculo alargado que se sitúa en la parte superomedial del brazo. Constituye un útil punto de referencia para localizar otras estructuras del brazo (figs. 6-47, 6-48 y 6-49C; tabla 6-9). Por ejemplo, el nervio musculocutáneo lo perfora, y la parte distal de su inserción indica la localización del agujero nutricio del húmero. El coracobraquial participa en la flexión y la aducción del brazo y estabiliza la articulación del hombro. Junto con el deltoides y la cabeza larga del tríceps, actúa como *músculo coaptador*, ya que opone resistencia contra la luxación hacia abajo de la cabeza del húmero (p. ej., cuando se lleva una maleta pesada). El nervio mediano y/o la arteria braquial pueden discurrir en profundidad al coracobraquial, y sufrir compresiones por parte de éste.

TRÍCEPS BRAQUIAL

El **tríceps braquial** es un gran músculo fusiforme localizado en el compartimiento posterior del brazo (figs. 6-47, 6-48, 6-49F y 6-50; tabla 6-9). Tal y como indica su nombre, *el tríceps tiene tres cabezas:* larga, lateral y medial. El tríceps braquial es el principal extensor del antebrazo.

Como su **cabeza larga** cruza la articulación del hombro, el tríceps braquial ayuda a estabilizarla en aducción (actúa como músculo coaptador, ya que opone resistencia al desplazamiento inferior de la cabeza del húmero). La cabeza larga también participa en la extensión y la aducción del brazo, pero de hecho es la menos activa de las tres.

La **cabeza medial** es el «mulo de carga» de la extensión del antebrazo: es activa en todas las velocidades, con o sin resistencia.

La **cabeza lateral** es más potente, pero actúa principalmente contra resistencia (Hamill y Knutzen, 2003). La pronación y la supinación del antebrazo no afectan a la actividad del tríceps braquial. Justo proximalmente a la inserción distal del tríceps braquial se encuentra la *bolsa subtendinosa del músculo tríceps braquial*, entre el tendón del tríceps braquial y el olécranon, como estructura atenuadora de la fricción.

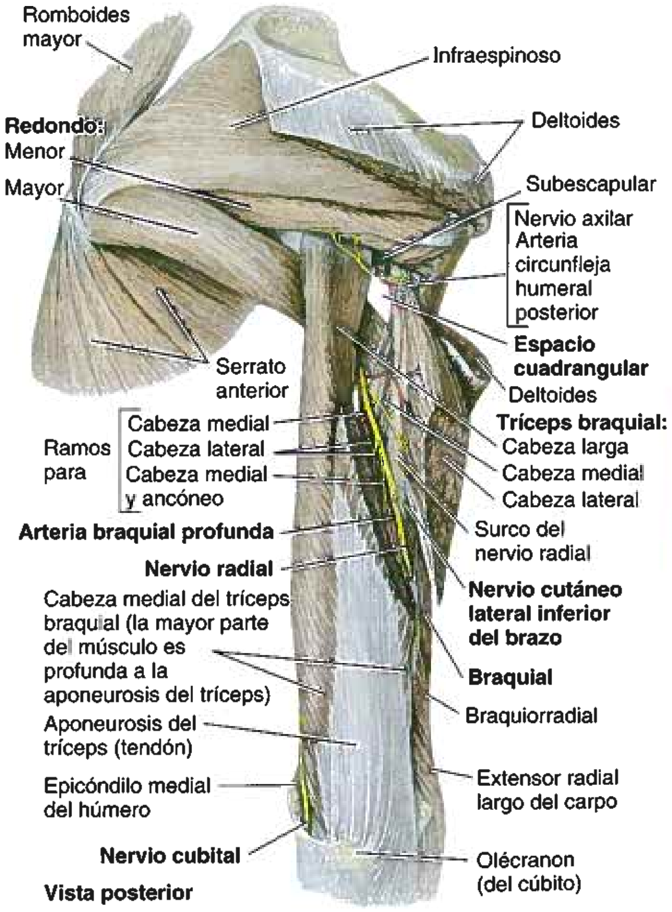

Romboides mayor
Infraespinoso
Redondo:
Menor
Mayor
Deltoides
Subescapular
Nervio axilar
Arteria circunfleja humeral posterior
Espacio cuadrangular
Serrato anterior
Deltoides
Tríceps braquial:
Cabeza larga
Cabeza medial
Cabeza lateral
Ramos para
Cabeza medial
Cabeza lateral
Cabeza medial y ancóneo
Arteria braquial profunda
Surco del nervio radial
Nervio radial
Nervio cutáneo lateral inferior del brazo
Cabeza medial del tríceps braquial (la mayor parte del músculo es profunda a la aponeurosis del tríceps)
Braquial
Braquiorradial
Aponeurosis del tríceps (tendón)
Epicóndilo medial del húmero
Extensor radial largo del carpo
Nervio cubital
Olécranon (del cúbito)
Vista posterior

FIGURA 6-50. Músculos de la región escapular y la región posterior del brazo. La cabeza lateral del tríceps braquial está dividida y desplazada para mostrar las estructuras que atraviesan el *espacio cuadrangular* y el nervio radial y la arteria braquial profunda. El hueso expuesto del surco del nervio radial, que está desprovisto de inserción muscular, separa las inserciones humerales de las cabezas lateral y medial del tríceps braquial. (Las inserciones óseas están ilustradas en la fig. 6-49E.)

Para explorar el tríceps braquial (o determinar la altura de una lesión del nervio radial) el sujeto debe abducir el brazo a 90° y luego extender contra resistencia (ejercida por el examinador) el antebrazo que previamente se encontraba en flexión. Con esta maniobra se puede visualizar y palpar el tríceps braquial, siempre y cuando sus movimientos sean normales. Su fuerza debe ser comparable a la del músculo contralateral, aunque se deben tener en cuenta las diferencias impuestas por la dominancia manual (diestra o zurda).

ANCÓNEO

El **ancóneo** es un músculo pequeño y triangular situado en la cara posterolateral del codo; en general está parcialmente fusionado con el tríceps (fig. 6-49G; tabla 6-9). El ancóneo ayuda al tríceps braquial a extender el antebrazo y tensa la cápsula de la articulación del codo para evitar que quede pinzada durante la extensión. También se considera que abduce el cúbito durante la pronación del antebrazo.

Arteria braquial

La **arteria braquial** es la continuación de la arteria axilar y constituye la principal fuente de irrigación arterial del brazo (fig. 6-51). Se inicia en el borde inferior del redondo mayor (figs. 6-47A y 6-51) y termina en la fosa del codo frente al cuello del radio, donde recubierta por la aponeurosis bicipital se divide en las arterias radial y cubital (figs. 6-51 y 6-52).

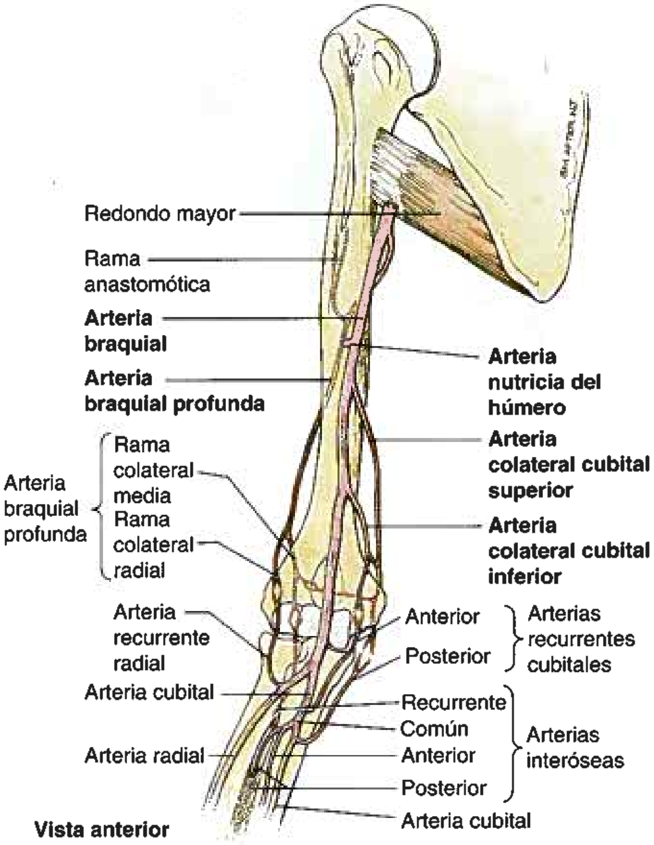


FIGURA 6-51. Irrigación arterial del brazo y el antebrazo proximal. El codo está rodeado por anastomosis arteriales periarticulares, relevantes desde los puntos de vista funcional y clínico. La circulación colateral resultante permite que la sangre llegue al antebrazo cuando la flexión del codo afecta al flujo a través de la porción terminal de la arteria braquial.

La arteria braquial, relativamente superficial y palpable a lo largo de todo su recorrido, discurre anterior al tríceps braquial y el braquial. Al principio se sitúa medialmente en relación con el húmero, en el **surco bicipital medial** (fig. 6-47A y B), y ahí se pueden palpar sus pulsaciones. A continuación, pasa a ser anterior a la cresta supracondílea medial y la tróclea del húmero (figs. 6-51 y 6-53).

En su trayecto en dirección inferolateral, la arteria braquial acompaña al nervio mediano, que la cruza por delante (figs. 6-47A y 6-53). En su recorrido a lo largo del brazo, la arteria braquial da origen a numerosas *ramas musculares* innominadas y a la **arteria nutricia del húmero** (fig. 6-51), que nace en su cara lateral. Las ramas musculares innominadas se suelen omitir en las ilustraciones, pero son evidentes en las disecciones.

Las principales **ramas de la arteria braquial** dotadas de nombre que se originan de su cara medial son la *arteria braquial profunda* y las *arterias colaterales cubitales* superior e inferior. Las arterias colaterales ayudan a formar las **anastomosis arteriales periarticulares de la región del codo** (fig. 6-51). Otras arterias implicadas son las ramas recurrentes, en ocasiones dobles, de las arterias radial, cubital e interóseas, que discurren superiormente anteriores y posteriores a la articulación del codo. Estas arterias se anastomosan con ramas articulares descendentes de la arteria braquial profunda y de las arterias colaterales cubitales.

ARTERIA BRAQUIAL PROFUNDA

La **arteria braquial profunda** es la mayor rama de la arteria braquial y la que tiene el origen más superior. Acompaña al nervio radial a lo largo del surco del nervio radial cuando discurre en dirección posterior alrededor del cuerpo del húmero (figs. 6-50 y 6-53). La arteria braquial profunda termina cuando se divide en las **arterias colaterales media** y **radial,** que participan en las anastomosis arteriales periarticulares que rodean el codo (fig. 6-51).

ARTERIA NUTRICIA DEL HÚMERO

La principal **arteria nutricia del húmero** se origina en la arteria braquial, aproximadamente en la mitad del brazo, y entra por el *conducto nutricio* situado en la superficie anteromedial del húmero. La arteria se dirige distalmente en el conducto, hacia el codo. También existen otras arterias nutricias del húmero más pequeñas.

ARTERIA COLATERAL CUBITAL SUPERIOR

La **arteria colateral cubital superior** se origina en la cara medial de la arteria braquial cerca de la mitad del brazo y acompaña al nervio cubital posteriormente al epicóndilo medial del húmero (figs. 6-47A y 6-51). Ahí se anastomosa con la arteria recurrente cubital posterior y la arteria colateral cubital inferior, de modo que participa en las anastomosis arteriales periarticulares del codo.

ARTERIA COLATERAL CUBITAL INFERIOR

La **arteria colateral cubital inferior** se origina en la arteria braquial, aproximadamente a 5 cm de la flexura del codo en dirección proximal (figs. 6-47A, 6-51 y 6-52). A continuación se dirige infero-

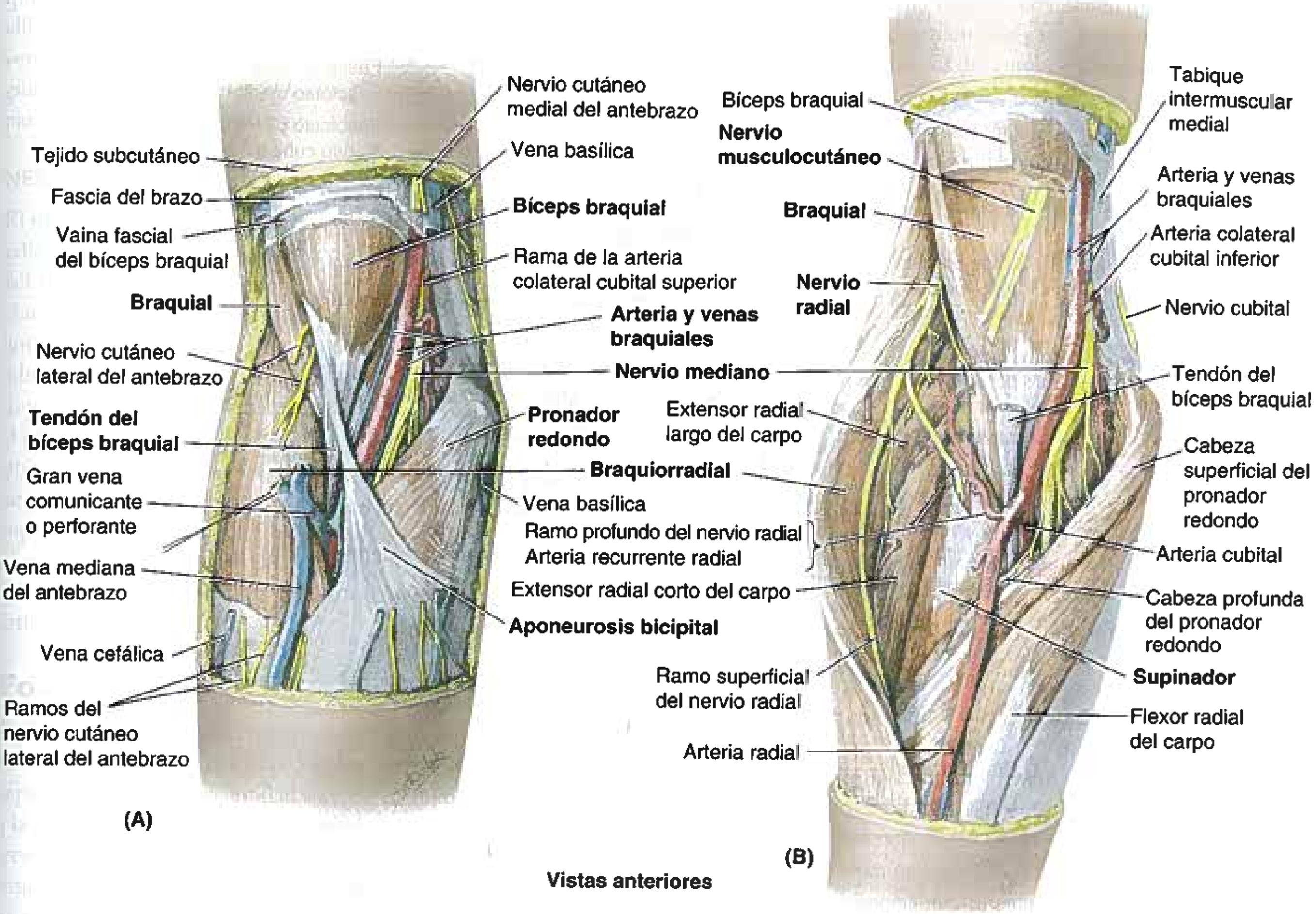

Tejido subcutáneo
Fascia del brazo
Vaina fascial del bíceps braquial
Braquial
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Tendón del bíceps braquial
Gran vena comunicante o perforante
Vena mediana del antebrazo
Vena cefálica
Ramos del nervio cutáneo lateral del antebrazo
(A)
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Vena basílica
Bíceps braquial
Rama de la arteria colateral cubital superior
Arteria y venas braquiales
Nervio mediano
Pronador redondo
Braquiorradial
Vena basílica
Ramo profundo del nervio radial
Arteria recurrente radial
Extensor radial corto del carpo
Aponeurosis bicipital
Vistas anteriores
Bíceps braquial
Nervio musculocutáneo
Braquial
Nervio radial
Extensor radial largo del carpo
Ramo superficial del nervio radial
Arteria radial
(B)
Tabique intermuscular medial
Arteria y venas braquiales
Arteria colateral cubital inferior
Nervio cubital
Tendón del bíceps braquial
Cabeza superficial del pronador redondo
Arteria cubital
Cabeza profunda del pronador redondo
Supinador
Flexor radial del carpo

FIGURA 6-52. Disecciones de la fosa del codo. A. Disección superficial. **B.** En esta disección profunda se ha extirpado parte del bíceps braquial y la fosa del codo está ampliamente abierta al retraer lateralmente los músculos extensores del antebrazo y medialmente los músculos flexores. El nervio radial, que acaba de dejar el compartimiento posterior del brazo atravesando el tabique intermuscular lateral, emerge entre el braquial y el braquiorradial y se divide en un ramo superficial (sensitivo) y uno profundo (motor). (Los detalles se muestran en la fig. 6-57A y B.)

medialmente anterior al epicóndilo medial del húmero y se anastomosa con la arteria recurrente cubital anterior, de modo que también participa en las anastomosis arteriales periarticulares del codo.

Venas del brazo

Los dos grupos de **venas del brazo,** superficiales y profundas, se anastomosan libremente entre ellas. Las venas superficiales se encuentran en el tejido subcutáneo, y las profundas acompañan a las arterias. En ambos grupos, las venas están dotadas de válvulas, pero éstas son más numerosas en las profundas que en las superficiales.

VENAS SUPERFICIALES

Las dos principales **venas superficiales del brazo,** la **cefálica** y la **basílica** (figs. 6-47B y C, y 6-52A), se han descrito previamente en «Venas superficiales del miembro superior», en la página 689.

VENAS PROFUNDAS

Las venas profundas, pares, en conjunto constituyen la vena braquial y acompañan a la arteria braquial (fig. 6-52A). Sus frecuentes conexiones engloban a dicha arteria y forman una red anastomótica con un lecho vascular común. Las pulsaciones de la arteria braquial ayudan a que la sangre se desplace a lo largo de esta red venosa.

La **vena braquial** se inicia en el codo a partir de la unión de las *venas satélites de las arterias cubital y radial,* y termina cuando se fusiona con la vena basílica para formar la *vena axilar* (figs. 6-16 y 6-41). No es raro que las venas profundas se unan para formar una única vena braquial durante parte de su recorrido.

Nervios del brazo

A lo largo del brazo discurren cuatro nervios principales: mediano, cubital, musculocutáneo y radial (fig. 6-53). Sus orígenes a partir del plexo braquial, sus trayectorias por el miembro superior y las estructuras que inervan se resumen en la tabla 6-8. Los nervios mediano y cubital no emiten ramos para el brazo.

NERVIO MUSCULOCUTÁNEO

El **nervio musculocutáneo** se inicia en oposición al borde inferior del pectoral menor, perfora el coracobraquial y continúa distalmente entre el bíceps braquial y el braquial (fig. 6-52B). Después

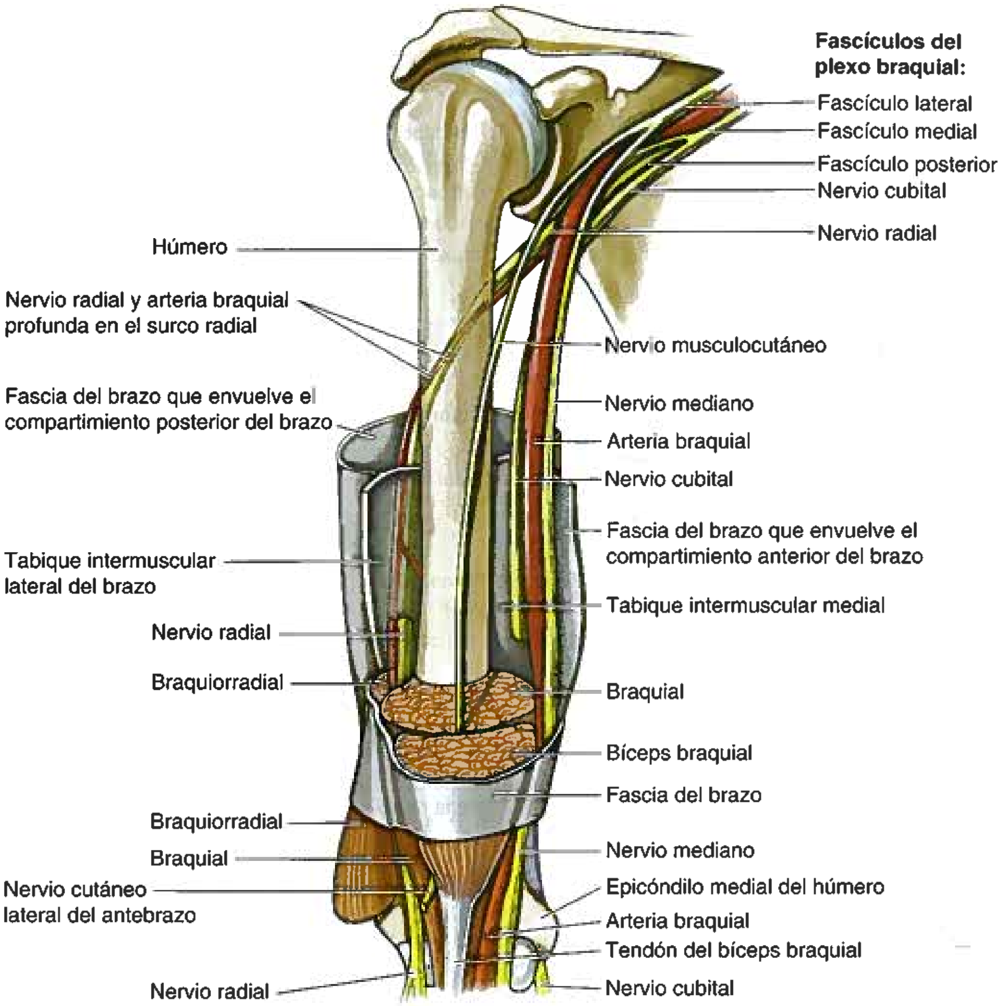

Fascículos del plexo braquial:
Fascículo lateral
Fascículo medial
Fascículo posterior
Nervio cubital
Nervio radial
Húmero
Nervio radial y arteria braquial profunda en el surco radial
Nervio musculocutáneo
Fascia del brazo que envuelve el compartimiento posterior del brazo
Nervio mediano
Arteria braquial
Nervio cubital
Fascia del brazo que envuelve el compartimiento anterior del brazo
Tabique intermuscular lateral del brazo
Tabique intermuscular medial
Nervio radial
Braquiorradial
Braquial
Bíceps braquial
Fascia del brazo
Braquiorradial
Braquial
Nervio mediano
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Epicóndilo medial del húmero
Arteria braquial
Tendón del bíceps braquial
Nervio radial
Nervio cubital

FIGURA 6-53. Relaciones de las arterias y los nervios del brazo con el húmero y los compartimientos del brazo. El nervio radial y la arteria braquial profunda que lo acompaña se enrollan posteriormente alrededor del húmero en el surco del nervio radial, y directamente sobre su superficie. El nervio radial y la arteria colateral radial atraviesan entonces el tabique intermuscular lateral para entrar en el compartimiento anterior. El nervio cubital atraviesa el tabique intermuscular medial para entrar en el compartimiento posterior y situarse entonces en el surco para el nervio cubital de la cara posterior del epicóndilo medial del húmero. El nervio mediano desciende con la arteria braquial por el brazo hasta la cara medial de la fosa del codo, donde está bien protegido y raramente sufre lesiones. (Los detalles se muestran en las figs. 6-50 y 6-57A y B.)

de inervar los tres músculos del compartimiento anterior del brazo emerge lateralmente al bíceps braquial como **nervio cutáneo lateral del antebrazo.** Se vuelve realmente subcutáneo cuando atraviesa la fascia profunda proximalmente a la fosa del codo para acompañar inicialmente a la vena cefálica en el tejido subcutáneo (fig. 6-52A). Tras cruzar la cara anterior del codo, continúa para inervar la piel de la cara lateral del antebrazo.

NERVIO RADIAL

El **nervio radial en el brazo** inerva todos los músculos del compartimiento posterior del brazo. El nervio radial entra en el brazo posterior a la arteria braquial, medialmente al húmero, y anterior a la cabeza larga del tríceps braquial, y allí aporta ramos para las cabezas larga y medial de dicho músculo (fig. 6-48). A continuación, desciende inferolateralmente junto con la arteria braquial profunda y rodea el cuerpo del húmero en el surco del nervio radial (figs. 6-47B, 6-50 y 6-53). El ramo del nervio radial que inerva la cabeza lateral del tríceps braquial se origina en el surco del nervio radial. Cuando el nervio radial alcanza el borde lateral del húmero, atraviesa el tabique intermuscular lateral para continuar inferiormente en el compartimiento anterior del brazo, entre el braquial y el braquiorradial hasta alcanzar el epicóndilo lateral del húmero (fig. 6-52B).

Anterior al epicóndilo lateral, el nervio radial se divide en un ramo profundo y uno superficial:

- El **ramo profundo del nervio radial** es totalmente muscular y articular en su distribución.
- El **ramo superficial del nervio radial** es totalmente cutáneo en su distribución y aporta inervación sensitiva al dorso de la mano y de los dedos.

NERVIO MEDIANO

El **nervio mediano en el brazo** discurre en dirección distal lateral a la arteria braquial hasta que alcanza la mitad del brazo, donde cruza hacia el lado medial y entra en contacto con el músculo braquial (fig. 6-53). A continuación, desciende por la fosa del codo, y allí se sitúa en profundidad respecto a la aponeurosis bicipital y la vena mediana del codo (fig. 6-52). *El nervio mediano no emite ningún ramo en la axila ni en el brazo,* pero aporta ramos articulares para la articulación del codo.

NERVIO CUBITAL

El **nervio cubital en el brazo** discurre distalmente a partir de la axila, anterior a la inserción del redondo mayor y a la cabeza larga del tríceps, junto al lado medial de la arteria braquial (fig. 6-47). Hacia la mitad del brazo, perfora el tabique intermuscular medial junto con la arteria colateral cubital superior, y desciende entre el tabique y la cabeza medial del tríceps braquial (fig. 6-53). A continuación, pasa por detrás del epicóndilo medial y medialmente al olécranon para entrar en el antebrazo (fig. 6-46C). Cuando se sitúa posteriormente al epicóndilo medial (localización que popularmente se conoce como «hueso de la risa»), el nervio cubital es superficial, fácil de palpar, y vulnerable a las lesiones. Al igual que el nervio mediano, el cubital tampoco emite ningún ramo en la axila ni en el brazo, pero también aporta ramos articulares para la articulación del codo.

Fosa del codo

La **fosa del codo** se observa superficialmente como una depresión situada en la cara anterior del codo. En profundidad, se trata de un espacio relleno de una cantidad variable de tejido adiposo anterior a la parte más distal del húmero y de la articulación del codo. Los tres márgenes que delimitan el espacio triangular formado por la fosa del codo son los siguientes (fig. 6-52):

1. Superiormente, una línea imaginaria que une los epicóndilos medial y lateral.
2. Medialmente, la masa de los músculos flexores del antebrazo que se originan en la inserción flexora común del epicóndilo medial (más concretamente, el pronador redondo).
3. Lateralmente, la masa de los músculos extensores del antebrazo que se originan en el epicóndilo lateral y la cresta supracondílea (más concretamente, el braquiorradial).

El **suelo de la fosa del codo** está formado por los músculos braquial y supinador del brazo y el antebrazo, respectivamente. El **techo de la fosa del codo** está formado por la continuidad de las fascias (profunda) braquial y antebraquial reforzadas por la aponeurosis bicipital (figs. 6-52 y 6-58), el tejido subcutáneo y la piel.

La fosa del codo alberga (figs. 6-52 y 6-38A):

- La porción terminal de la arteria braquial y los tramos iniciales de sus ramas terminales, las arterias radial y cubital. La arteria braquial se localiza entre el tendón del bíceps braquial y el nervio mediano.
- Las venas (profundas) satélites de las arterias.
- El tendón del bíceps braquial.
- El nervio mediano.
- El nervio radial, situado en profundidad entre los músculos que forman el límite lateral de la fosa (en particular el braquiorradial) y el braquial, que se divide en sus ramos superficial y profundo. Se deben apartar los músculos para poder visualizar el nervio.

Superficialmente, en el tejido subcutáneo que recubre la fosa, se encuentran la *vena mediana del codo* (anterior a la arteria braquial) y los nervios cutáneos del antebrazo medial y lateral (asociados a las venas basílica y cefálica).

Anatomía de superficie del brazo y de la fosa del codo

Los bordes del *deltoides* son visibles cuando se abduce el brazo contra resistencia. La **inserción distal del deltoides** se puede palpar en la cara lateral del húmero (fig. 6-54A).

Las **cabezas larga, lateral y medial del tríceps braquial** forman un abombamiento en la cara posterior del brazo y se las puede distinguir cuando se extiende contra resistencia el antebrazo previamente flexionado. El **olécranon,** en el cual se inserta el tendón del tríceps braquial distalmente, es fácil de palpar, ya que sólo lo separa de la piel la *bolsa subcutánea del olécranon,* encargada de la movilidad de la piel suprayacente. El **tendón del tríceps braquial** es fácil de notar cuando desciende a lo largo de la cara posterior del brazo para insertarse en el olécranon; se puede presionar con los dedos hacia dentro en ambos lados del tendón, donde la articulación del codo es superficial. En ocasiones se puede palpar una acumulación anormal de líquido en la articulación del codo o en la *bolsa subtendinosa del tríceps braquial* (la bolsa se sitúa en profundidad al tendón del tríceps).

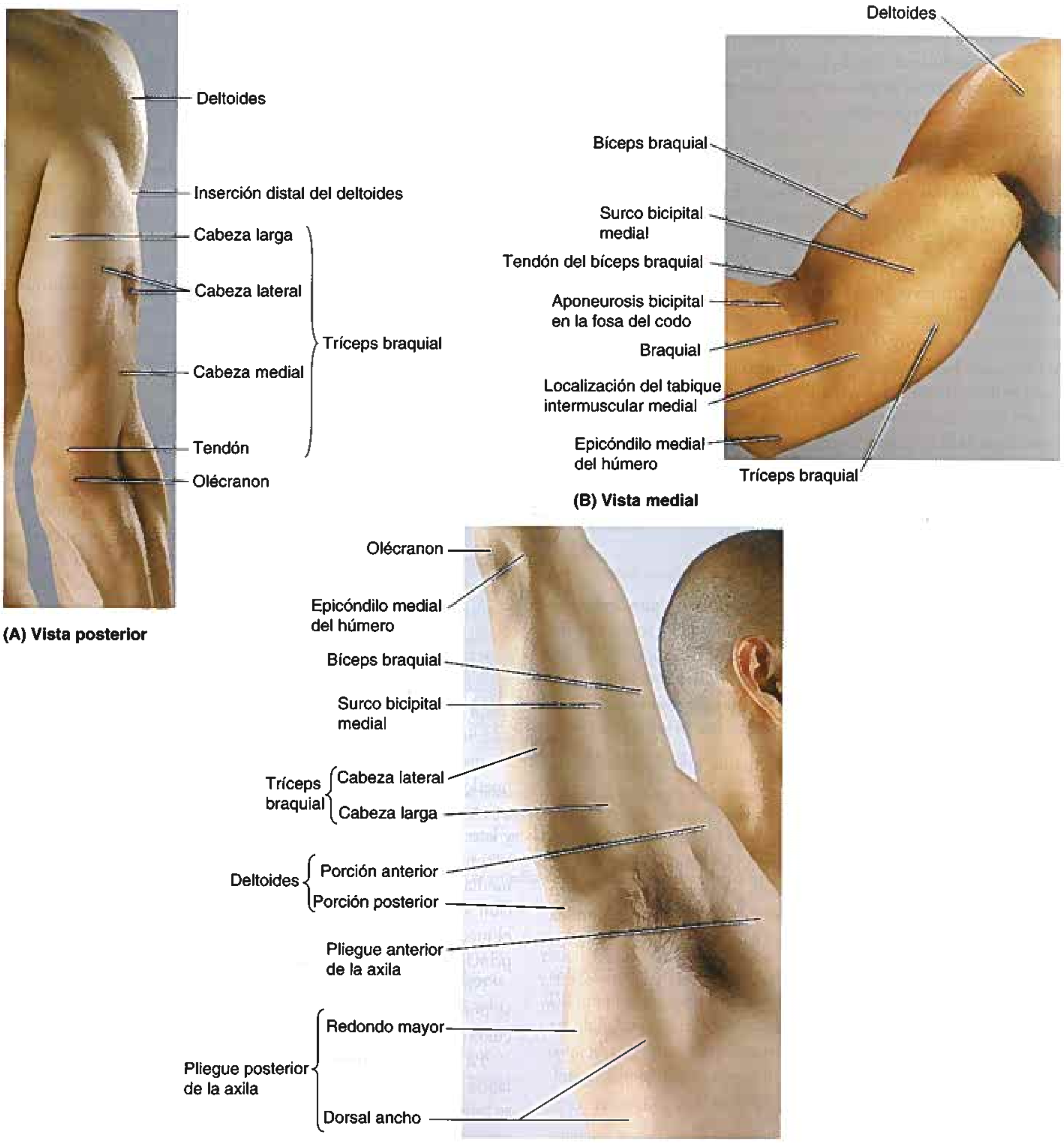
El **bíceps braquial** forma un abombamiento en la cara anterior del brazo; su vientre es más prominente cuando se flexiona y supina el codo contra resistencia (fig. 6-54B). El **tendón del bíceps braquial** se puede palpar en la fosa del codo, inmediatamente lateral a la línea media, especialmente cuando se flexiona el codo contra resistencia. La parte proximal de la **aponeurosis bicipital** se puede palpar cuando pasa en dirección oblicua por encima de la arteria braquial y el nervio mediano. Los *surcos bicipitales* medial y lateral separan los abombamientos formados por el bíceps y el tríceps, e indican la localización de los tabiques intermusculares medial y lateral (fig. 6-54C). La vena cefálica discurre en dirección superior por el surco bicipital lateral, y la basílica lo hace por el medial. En profundidad respecto a esta última se encuentra el principal paquete vasculonervioso del miembro.

Ninguna parte del cuerpo del húmero es subcutánea; no obstante, se puede palpar con más o menos definición a través de los músculos que lo rodean, especialmente en muchas personas ancianas.

La **cabeza del húmero** está rodeada por músculos en todos sus lados, excepto inferiormente; en consecuencia, se puede palpar si se introducen los dedos superiormente en la axila (el brazo se debe encontrar cerca del costado para que la fascia axilar no esté tensa). La cabeza del húmero se puede identificar por sus movimientos si el sujeto oscila el brazo y se sujeta el ángulo inferior de la escápula para que ésta no se mueva.

La pulsación de la **arteria braquial** se puede notar en profundidad en el borde medial del bíceps. Los **epicóndilos del húmero,** medial y lateral, son subcutáneos y se pueden palpar fácilmente en las caras medial y lateral del codo. El epicóndilo medial es más prominente.

En la fosa del codo, las **venas cefálica y basílica** son claramente visibles a través del tejido subcutáneo si se aplica un


Deltoides
Inserción distal del deltoides
Cabeza larga
Cabeza lateral
Tríceps braquial
Cabeza medial
Tendón
Olécranon
Deltoides
Bíceps braquial
Surco bicipital medial
Tendón del bíceps braquial
Aponeurosis bicipital en la fosa del codo
Braquial
Localización del tabique intermuscular medial
Epicóndilo medial del húmero
Tríceps braquial
Olécranon
Epicóndilo medial del húmero
Bíceps braquial
Surco bicipital medial
Tríceps braquial
Cabeza lateral
Cabeza larga
Deltoides
Porción anterior
Porción posterior
Pliegue anterior de la axila
Pliegue posterior de la axila
Redondo mayor
Dorsal ancho

(A) Vista posterior

(B) Vista medial

(C) Vista anterolateral

FIGURA 6-54. Anatomía de superficie del brazo.

torniquete en el brazo; lo mismo sucede con la **vena mediana del codo,** que cruza la aponeurosis bicipital en su recorrido en dirección superomedial y conecta la vena cefálica con la basílica (fig. 6-55).

Si se presiona con el pulgar en la fosa del codo, se puede notar cómo las masas musculares de los **flexores largos del antebrazo** (de forma más directa el pronador redondo) forman el borde medial.

El **grupo lateral de extensores del antebrazo** (una masa blanda que se puede agarrar por separado), el braquiorradial (que es el más medial) y los extensores radiales largo y corto del carpo se pueden agarrar entre la fosa y el epicóndilo lateral.

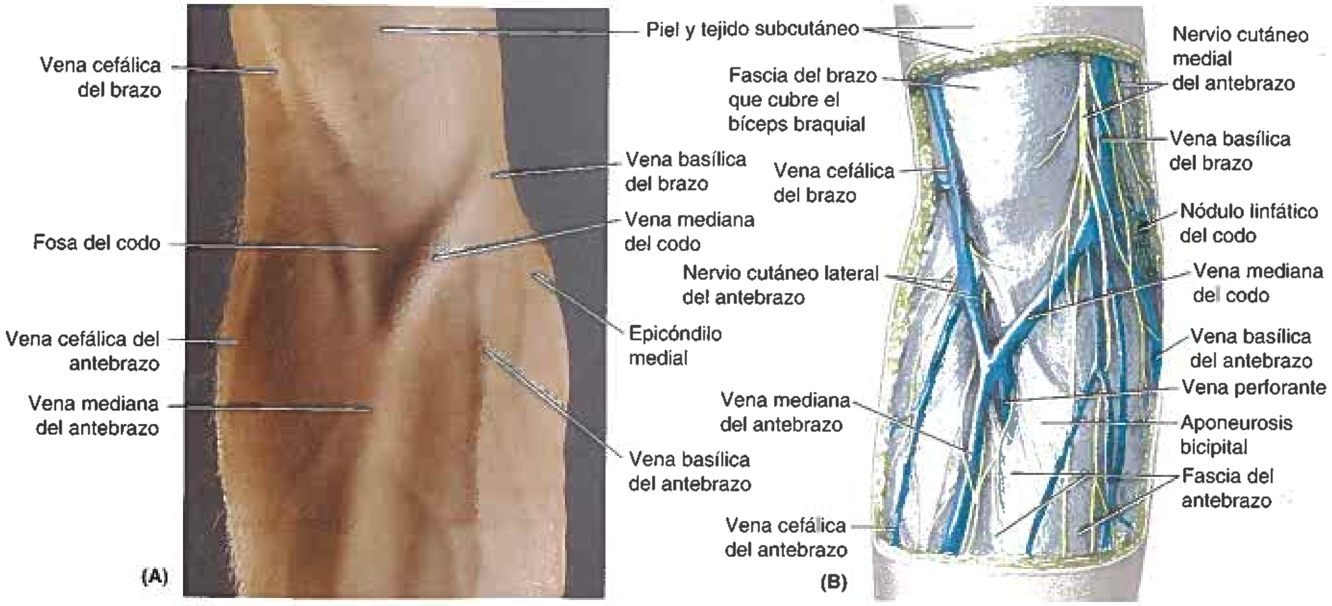

Vena cefálica del brazo
Fosa del codo
Vena cefálica del antebrazo
Vena mediana del antebrazo
(A)
Piel y tejido subcutáneo
Fascia del brazo que cubre el bíceps braquial
Vena basílica del brazo
Vena mediana del codo
Epicóndilo medial
Vena basílica del antebrazo
Vena cefálica del brazo
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Vena mediana del antebrazo
Vena cefálica del antebrazo
(B)
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Vena basílica del brazo
Nódulo linfático del codo
Vena mediana del codo
Vena basílica del antebrazo
Vena perforante
Aponeurosis bicipital
Fascia del antebrazo
Vistas anteriores

FIGURA 6-55. Anatomía de superficie de la fosa del codo.

BRAZO Y FOSA DEL CODO

Reflejo miotático bicipital

El reflejo del bíceps es uno de los diversos reflejos tendinosos profundos que se examinan durante la exploración física. El miembro, relajado, se prona parcialmente y se extiende parcialmente en el codo. El examinador coloca su pulgar con firmeza sobre el tendón del bíceps y se da un golpe vivo con el martillo de reflejos en la base del lecho ungueal (fig. C6-13). La respuesta normal (positiva) consiste en una contracción involuntaria del bíceps, que se percibe como un aumento momentáneo de la tensión del tendón, normalmente con una flexión brusca del codo. La respuesta positiva confirma la integridad del nervio musculocutáneo y de los segmentos medulares C5 y C6. Las respuestas excesivas, disminuidas o prolongadas («atascadas») pueden indicar un proceso patológico del sistema nervioso central o periférico, o un trastorno metabólico (p. ej., enfermedades tiroideas).

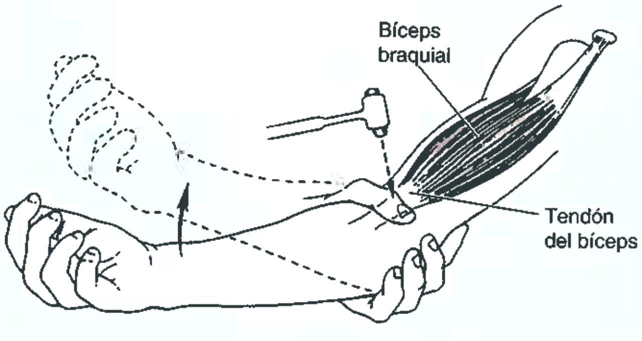

Bíceps braquial
Tendón del bíceps

FIGURA C6-13. Técnica para provocar el reflejo del bíceps.

Tendinitis del bíceps braquial

El tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, envuelto por una vaina sinovial, se mueve adelante y atrás en el surco intertubercular del húmero. El desgaste y la rotura de este mecanismo pueden causar dolor en el hombro. Generalmente, la inflamación del tendón **(tendinitis del bíceps braquial)** es el resultado de microtraumatismos repetitivos en deportes que implican lanzamientos (p. ej., el béisbol y el cricket) y el uso de raquetas (p. ej., el tenis). Un surco intertubercular apretado, estrecho y/o rugoso puede irritar e inflamar el tendón, produciendo sensibilidad y **crepitación** (un sonido crujiente).

Desplazamiento del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial

El tendón de la cabeza larga del bíceps braquial puede situarse fuera del surco intertubercular del húmero, parcial o totalmente. Esta dolorosa situación puede darse en personas jóvenes durante la separación traumática de la epífisis proximal del húmero. La lesión también puede producirse en personas de más edad con antecedentes de tendinitis del bíceps. Normalmente se percibe una sensación de salto o de detención durante la rotación del brazo.

Rotura del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial

La rotura del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial ocurre normalmente por el desgaste de un tendón inflamado cuando se mueve hacia atrás y adelante en el surco intertubercular del húmero. Habitualmente esta lesión afecta a personas mayores de 35 años de edad. En general, el tendón es arrancado de su inserción en el tubérculo supraglenoideo de la escápula. La rotura suele ser algo imprevisto y está asociada con un chasquido. El vientre muscular separado forma una bola cerca del centro de la porción distal de la cara anterior del brazo (deformidad de Popeye, fig. C6-14). La rotura del tendón del bíceps también puede producirse por la flexión enérgica del brazo contra una resistencia excesiva, como ocurre en los levantadores de peso (Anderson *et al.*, 2000). Sin embargo, el tendón se rompe más a menudo como resultado de una tendinitis prolongada que lo debilita. Los movimientos repetidos por encima de la cabeza, como los que hacen los nadadores y los lanzadores de béisbol, desgarran el tendón debilitado en el punto por donde pasa por el surco intertubercular y producen su rotura.

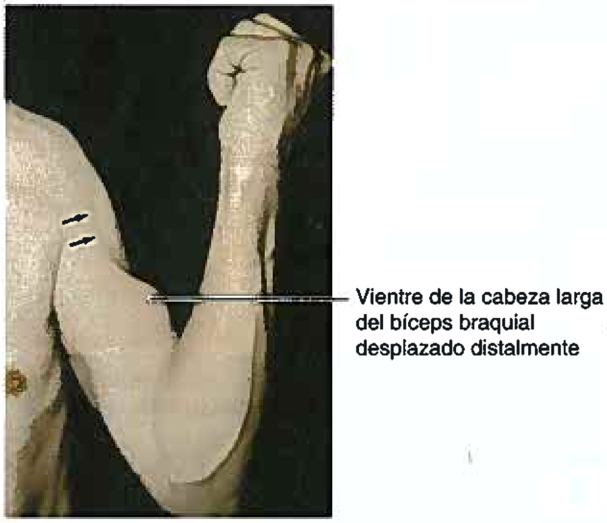

Vientre de la cabeza larga del bíceps braquial desplazado distalmente

FIGURA C6-14. **Rotura del tendón del bíceps *(flechas)*.**

Interrupción del flujo sanguíneo en la arteria braquial

La interrupción del sangrado mediante el control manual o quirúrgico del flujo sanguíneo se denomina **hemostasia.** El mejor lugar para comprimir la arteria braquial para el control de una hemorragia es cerca de la porción media del brazo (fig. C6-15). Dado que las anastomosis arteriales alrededor del codo proporcionan una importante circulación colateral, funcional y quirúrgicamente, la arteria braquial puede pinzarse distalmente al origen de la arteria braquial profunda sin que se produzcan daños tisulares. Esto se debe, anatómicamente, a que las arterias radial y cubital todavía reciben suficiente sangre a través de las anastomosis que rodean el codo.

Aunque las vías colaterales confieren cierta protección contra la oclusión parcial, temporal y gradual, la oclusión completa súbita o la laceración de la arteria braquial son una urgencia quirúrgica, ya que tras unas pocas horas de *isquemia en el codo y el antebrazo* se produce una parálisis muscular.

Los músculos y nervios pueden tolerar hasta seis horas de isquemia (Salter, 1999); transcurrido ese tiempo, en los músculos afectados se desarrolla tejido fibroso cicatricial en sustitución del tejido necrosado que causa un acortamiento permanente de los músculos afectados, el cual produce una deformidad en flexión, el *síndrome compartimental isquémico* (contractura isquémica de Volkmann). La contracción de los dedos, y a veces del carpo, provoca la pérdida de fuerza de la mano debido a la necrosis irreversible de los músculos flexores del antebrazo.

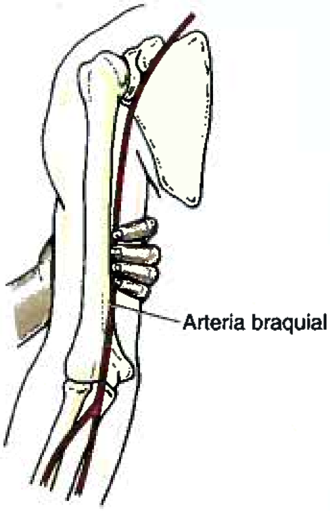


FIGURA C6-15. **Compresión de la arteria braquial.**

Fractura del cuerpo del húmero

Una *fractura de la porción media del húmero* puede lesionar el nervio radial en el surco del nervio radial del cuerpo del húmero. Cuando este nervio se lesiona, no es probable que la fractura paralice el tríceps braquial debido a que el origen de los nervios de dos de sus cabezas es alto. La fractura de la porción distal del húmero, cerca de las crestas supracondíleas, se denomina *fractura supracondílea* (fig. C6-16). El fragmento óseo distal puede desplazarse anterior o posteriormente. Las acciones del braquial y del tríceps tienden a tirar del fragmento distal sobre el fragmento proximal, provocando un acortamiento del miembro. Los fragmentos óseos desplazados pueden lesionar cualquiera de los nervios o de las ramas de los vasos braquiales relacionados con el húmero.

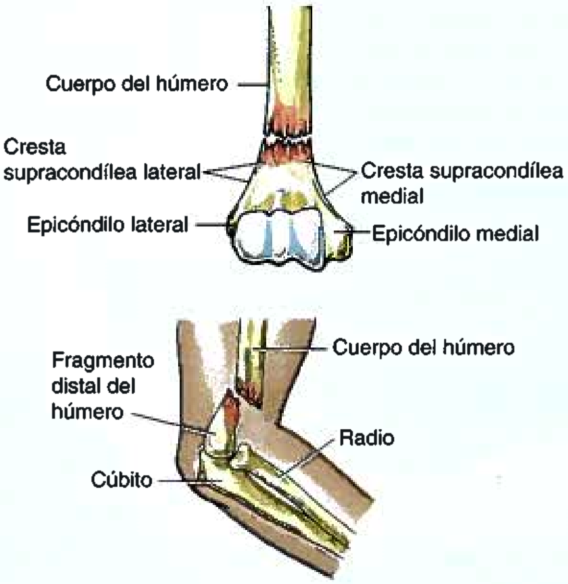

Cuerpo del húmero
Cresta supracondílea lateral
Cresta supracondílea medial
Epicóndilo lateral
Epicóndilo medial
Fragmento distal del húmero
Cuerpo del húmero
Radio
Cúbito

FIGURA C6-16. **Fractura supracondílea.**

Lesión del nervio musculocutáneo

La lesión del nervio musculocutáneo en la axila (poco frecuente en esta protegida localización) se produce generalmente por un arma, como un cuchillo. Una lesión del nervio musculocutáneo provoca *parálisis del coracobraquial, el bíceps braquial y el braquial.* La flexión en la articulación del hombro puede debilitarse debido a que la lesión del nervio musculocutáneo afecta a la cabeza larga del bíceps braquial y al coracobraquial. En consecuencia, la flexión del codo y la supinación del antebrazo quedan muy debilitadas, aunque no se pierden completamente Sigue siendo posible efectuar una débil flexión y supinación, producidas por el braquiorradial y el supinador, respectivamente, que están inervados por el nervio radial. Puede haber pérdida de sensibilidad en la cara lateral del antebrazo inervada por el nervio cutáneo lateral del antebrazo, la continuación del nervio musculocutáneo.

Lesión del nervio radial en el brazo

La lesión del nervio radial superior al origen de sus ramos para el tríceps braquial provoca *parálisis del tríceps braquial, el braquiorradial, el supinador y los músculos extensores del carpo y los dedos.* En las áreas de piel inervadas por este nervio se produce pérdida de sensibilidad.

Cuando el nervio radial se lesiona en el surco del nervio radial, en general el tríceps braquial no se encuentra paralizado por completo, sino parcialmente debilitado ya que sólo está afectada la cabeza medial; sin embargo, los músculos del compartimiento posterior del antebrazo inervados por ramos más distales del nervio radial están paralizados. El signo clínico característico de la lesión del nervio radial es la **mano péndula,** es decir, la incapacidad para extender el carpo y los dedos a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas (fig. C6-17A). En cambio, el carpo relajado adopta una posición parcialmente flexionada debido a la falta de oposición al tono de los músculos flexores y a la gravedad (fig. C6-17B).

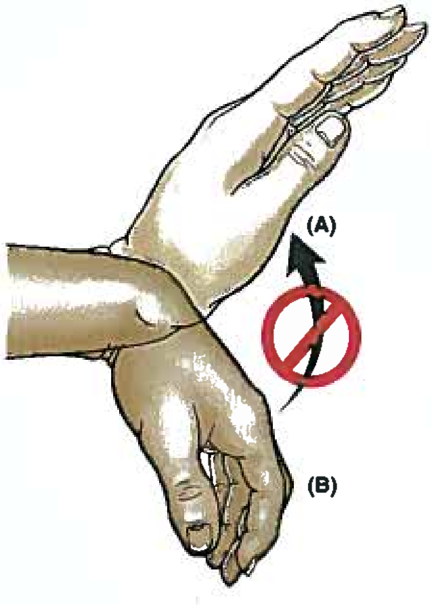


FIGURA C6-17. Mano péndula.

Punción venosa en la fosa del codo

La fosa del codo es el lugar habitual para extraer muestras y realizar transfusiones de sangre, y para inyecciones intravenosas, dado el relieve y la accesibilidad de las venas. Cuando se presenta el patrón más común de venas superficiales, se selecciona la vena mediana del codo (fig. 6-55). Esta vena se sitúa directamente sobre la fascia profunda y discurre diagonalmente desde la vena cefálica del antebrazo hasta la vena basílica del brazo. Cruza la aponeurosis bicipital, que la separa de la arteria braquial y el nervio mediano subyacentes, proporcionándoles una cierta protección. Históricamente, en el tiempo de las sangrías, la aponeurosis bicipital se conocía como *tendón «gracias a Dios»,* porque solía evitar la hemorragia arterial. Se coloca un torniquete alrededor de la porción media del brazo para distender las venas de la fosa del codo. Una vez que se ha puncionado la vena, se retira el torniquete con el fin de que, al retirar la aguja de ella, no sangre excesivamente. La vena mediana del codo también se utiliza como lugar de introducción de catéteres cardíacos para obtener muestras de sangre de los grandes vasos y cavidades cardíacas. Estas venas también se pueden usar para la *angiografía coronaria* (v. p. 154).

Variaciones de las venas de la fosa del codo

El patrón venoso de la fosa del codo es muy variable. En aproximadamente el 20 % de las personas, una **vena mediana del antebrazo** se divide en una **vena mediana basílica,** que se une a la vena basílica del brazo, y en una **vena mediana cefálica,** que se une a la vena cefálica del brazo (fig. C6-18). En estos casos, las venas del codo adoptan una clara disposición en M. Es importante observar y recordar que la vena mediana del codo o la vena mediana basílica, cualquiera que sea el patrón existente, cruza superficial a la arteria

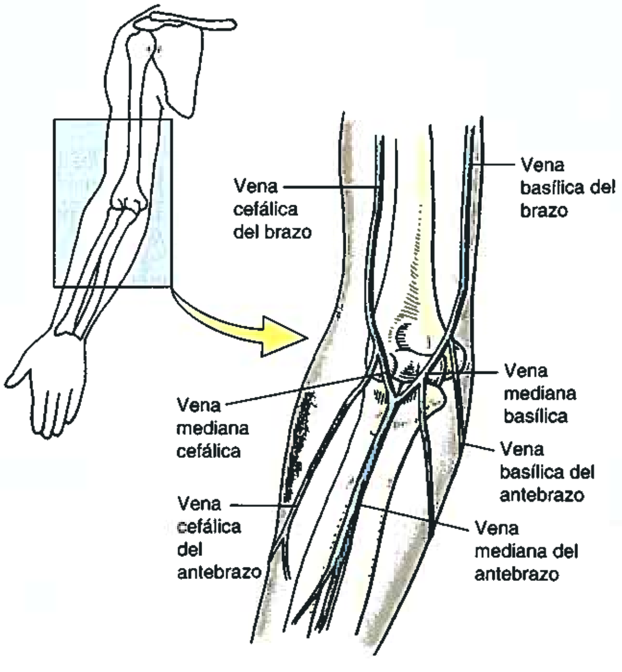


FIGURA C6-18.

braquial, de la que está separada por la aponeurosis bicipital. Estas venas son un punto adecuado para extraer sangre, pero no resultan idóneas para inyectar fármacos irritantes, debido al peligro de introducirlos en la arteria braquial. En las personas obesas puede existir una cantidad considerable de tejido adiposo por encima de la vena.

Puntos fundamentales

BRAZO Y FOSA DEL CODO

Brazo. El brazo forma una columna con el húmero en su centro. ♦ El húmero, junto con los tabiques intermusculares situados en sus dos tercios distales, divide longitudinalmente el brazo (o más concretamente el espacio incluido dentro de la fascia del brazo) en un compartimiento anterior o flexor y uno posterior o extensor.

El compartimiento anterior contiene tres músculos flexores inervados por el nervio musculocutáneo. ♦ El coracobraquial actúa (débilmente) sobre el hombro, y el bíceps braquial y el braquial lo hacen sobre el codo. ♦ El bíceps braquial es también el principal supinador del antebrazo (cuando el codo está flexionado). ♦ El braquial es el principal flexor del antebrazo.

El compartimiento posterior contiene el tríceps braquial, un músculo extensor de tres cabezas que está inervado por el nervio radial. ♦ Una de sus cabezas (la larga) actúa sobre el hombro, pero las cabezas trabajan básicamente juntas para extender el codo.

Ambos compartimientos del brazo están irrigados por la arteria braquial (el posterior fundamentalmente a través de su principal rama, que es la arteria braquial profunda). ♦ El paquete vasculonervioso principal se localiza en la cara medial del miembro, de modo que éste normalmente lo protege.

Fosa del codo. La fosa del codo, de forma triangular, está limitada por una línea que conecta los epicóndilos medial y lateral del húmero, y por el pronador redondo y el braquiorradial, que se originan, respectivamente, en dichos epicóndilos. ♦ El braquial y el supinador forman el suelo. ♦ El tendón del bíceps braquial desciende por dentro del triángulo para insertarse en la tuberosidad del radio. ♦ Medialmente al tendón se encuentran el nervio mediano y la parte terminal de la arteria braquial. ♦ Lateralmente al tendón discurren el nervio cutáneo lateral del antebrazo superficialmente, y la parte terminal del nervio radial más profundamente. ♦ En la mayoría de los casos, por el tejido subcutáneo de la fosa discurre oblicuamente una vena mediana del codo que conecta la vena cefálica del antebrazo con la vena basílica del brazo; cuando está presente, constituye una buena vía de venopunción. ♦ En aproximadamente una quinta parte de la población, en lugar de la vena mediana del codo existe una vena mediana del antebrazo que se divide en una vena mediana basílica y una vena mediana cefálica.

ANTEBRAZO

El **antebrazo** es la unidad distal del puntal articulado del miembro superior. Se extiende desde el codo hasta el carpo y contiene dos huesos, el *radio* y el *cúbito*, que están unidos por una **membrana interósea** (fig. 6-56A, B y D). Esta membrana fibrosa es delgada pero resistente, y aparte de unir firmemente los huesos del antebrazo entre sí sin obstaculizar la pronación y la supinación, proporciona inserción proximal a algunos de los músculos profundos del antebrazo.

La cabeza del cúbito se encuentra en el extremo distal del antebrazo, y la del radio en el extremo proximal. Los movimientos del antebrazo, que tienen lugar en las articulaciones del codo y radiocubitales, tienen las funciones de ayudar al hombro en la aplicación de fuerza y de controlar la situación de la mano en el espacio.

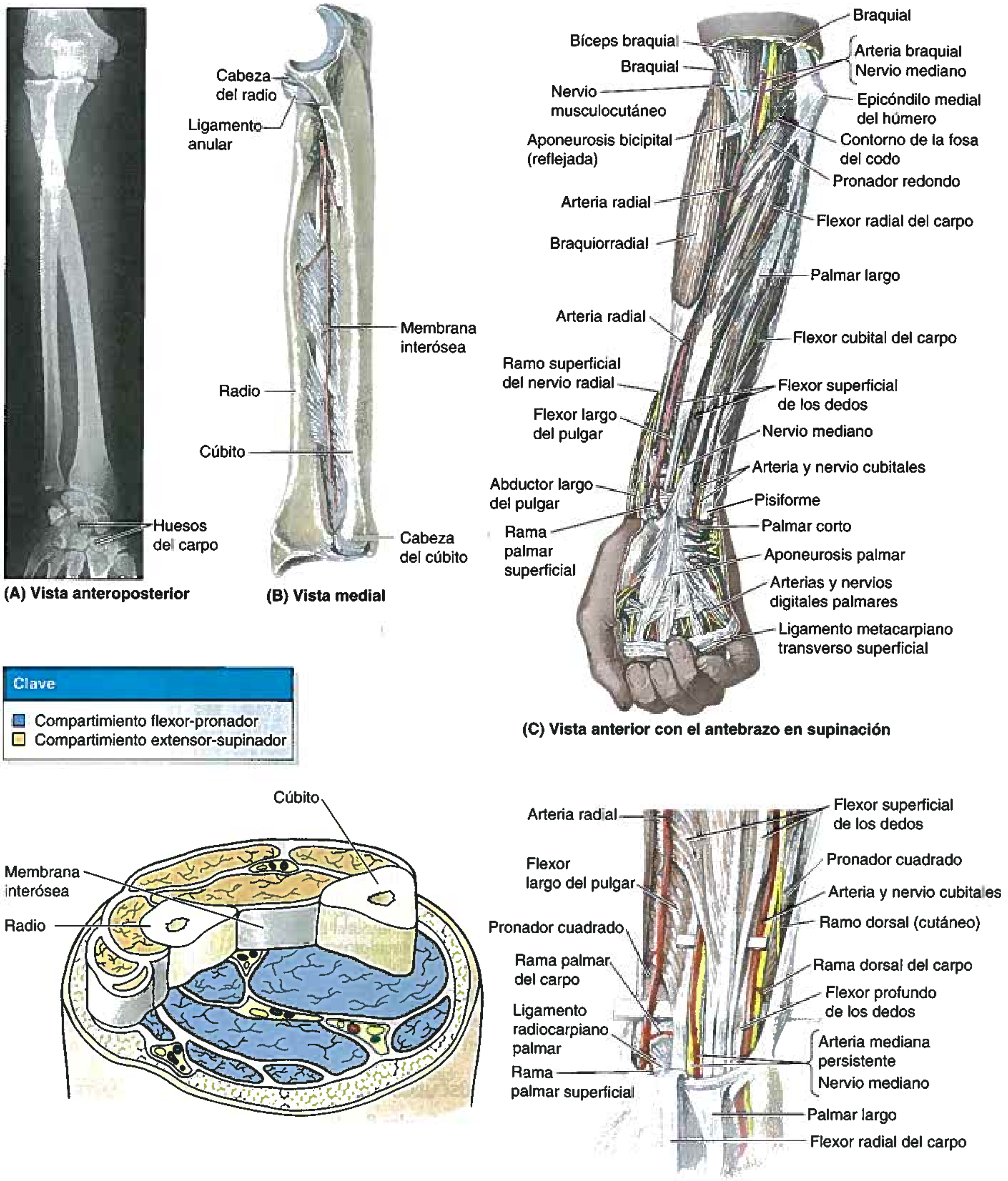
Compartimientos del antebrazo

Tal y como sucede en el brazo, los músculos con funciones e inervación similares también se agrupan en compartimientos fasciales en el antebrazo. Aunque el límite proximal del antebrazo se sitúa por definición en el plano de la articulación del codo, funcionalmente el húmero distal también forma parte del antebrazo.

Para que la funcionalidad del antebrazo distal, el carpo, y la mano sea máxima, su masa debe ser mínima, y por ello actúan por «control remoto» gracias a la acción de músculos extrínsecos cuyas partes contráctiles carnosas y abultadas se encuentran localizadas proximalmente en el antebrazo, a distancia del lugar donde se producen los movimientos. Sus largos y delgados tendones se extienden distalmente hasta el sitio operativo, como largas cuerdas que alcanzan poleas distantes. Por otro lado, como las estructuras sobre las que actúan estos músculos y tendones (carpo y dedos) tienen una gran amplitud de movimiento, es necesario un amplio rango de contracción, de modo que sus vientres contráctiles y sus tendones deben ser largos.

De hecho, el antebrazo en sí no tiene la suficiente longitud ni el área necesarios para las inserciones proximales, de manera que los músculos se deben insertar proximalmente (originar) por encima del codo, en el húmero (o sea, en el brazo).

En general, los flexores se sitúan en la cara anterior y los extensores en la posterior. No obstante, las caras anterior y posterior del húmero distal están ocupadas por los principales flexores y extensores del codo (fig. 6-57A), y por ello en el húmero distal se han generado unas extensiones mediales y laterales (epicóndilos y crestas supracondíleas) que aportan los sitios de inserción necesarios para los flexores y extensores del carpo y de los dedos.


Cabeza del radio
Ligamento anular
Membrana interósea
Radio
Cúbito
Huesos del carpo
Cabeza del cúbito
Bíceps braquial
Braquial
Nervio musculocutáneo
Aponeurosis bicipital (reflejada)
Arteria radial
Braquiorradial
Arteria radial
Ramo superficial del nervio radial
Flexor largo del pulgar
Abductor largo del pulgar
Rama palmar superficial
Braquial
Arteria braquial
Nervio mediano
Epicóndilo medial del húmero
Contorno de la fosa del codo
Pronador redondo
Flexor radial del carpo
Palmar largo
Flexor cubital del carpo
Flexor superficial de los dedos
Nervio mediano
Arteria y nervio cubitales
Pisiforme
Palmar corto
Aponeurosis palmar
Arterias y nervios digitales palmares
Ligamento metacarpiano transverso superficial
Clave
🟦 Compartimiento flexor-pronador
🟨 Compartimiento extensor-supinador
Cúbito
Membrana interósea
Radio
Arteria radial
Flexor largo del pulgar
Pronador cuadrado
Rama palmar del carpo
Ligamento radiocarpiano palmar
Rama palmar superficial
Flexor superficial de los dedos
Pronador cuadrado
Arteria y nervio cubitales
Ramo dorsal (cutáneo)
Rama dorsal del carpo
Flexor profundo de los dedos
Arteria mediana persistente
Nervio mediano
Palmar largo
Flexor radial del carpo

(A) Vista anteroposterior

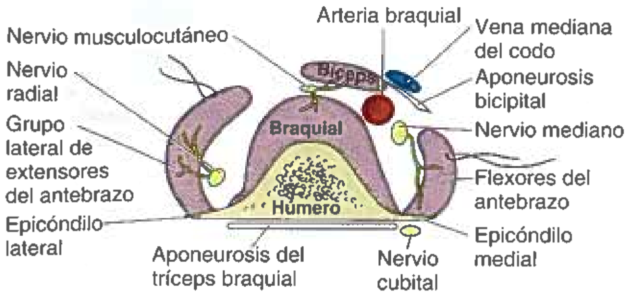
(B) Vista medial

(C) Vista anterior con el antebrazo en supinación

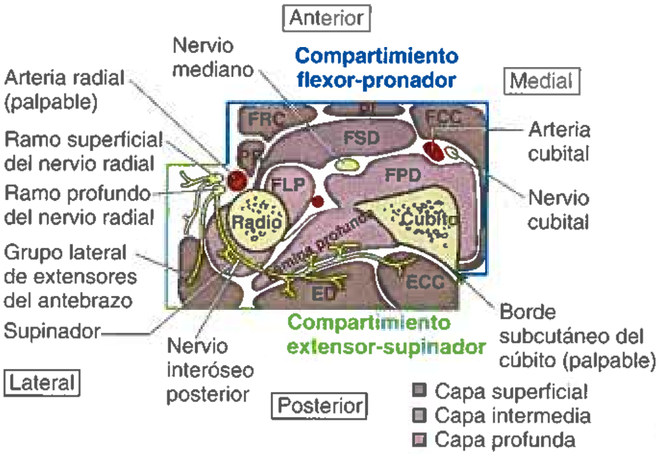
(D) Vista anterosuperior

(E) Vista anterior

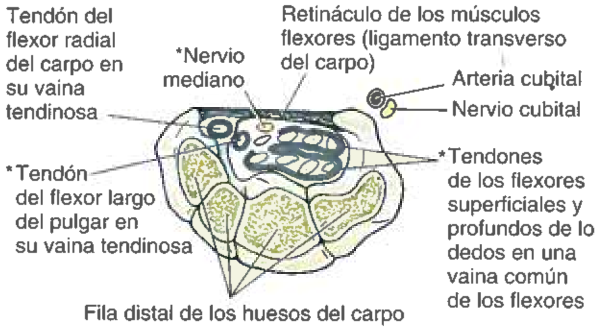
FIGURA 6-56. Huesos, músculos y compartimiento flexor-pronador del antebrazo. A. Radiografía anteroposterior del antebrazo en pronación. (Cortesía del Dr. J. Heslin, Toronto, Ontario, Canada.) **B.** Huesos del antebrazo y ligamentos radiocubitales. **C.** Disección que muestra los músculos superficiales del antebrazo y la aponeurosis palmar. **D.** Sección transversal progresiva que muestra los compartimientos del antebrazo. **E.** Flexor superficial de los dedos y estructuras relacionadas. La arteria cubital emerge de su recorrido oblicuo posterior al flexor superficial de los dedos para encontrarse y acompañar al nervio cubital.


Arteria braquial
Nervio musculocutáneo
Vena mediana del codo
Nervio radial
Bíceps
Aponeurosis bicipital
Grupo lateral de extensores del antebrazo
Braquial
Nervio mediano
Flexores del antebrazo
Húmero
Epicóndilo lateral
Epicóndilo medial
Aponeurosis del tríceps braquial
Nervio cubital

(A) Sección transversal de la fosa del codo


Anterior
Nervio mediano
Compartimiento flexor-pronador
Arteria radial (palpable)
Medial
FRC
PL
FCC
FSD
Arteria cubital
Ramo superficial del nervio radial
PR
FPD
Ramo profundo del nervio radial
FLP
Nervio cubital
Radio
Cúbito
Lámina profunda
Grupo lateral de extensores del antebrazo
ECC
ED
Compartimiento extensor-supinador
Borde subcutáneo del cúbito (palpable)
Supinador
Nervio interóseo posterior
Lateral
Posterior
■ Capa superficial
■ Capa intermedia
■ Capa profunda

(B) Sección transversal del antebrazo proximal


Tendón del flexor radial del carpo en su vaina tendinosa
*Nervio mediano
Retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo)
Arteria cubital
Nervio cubital
*Tendón del flexor largo del pulgar en su vaina tendinosa
*Tendones de los flexores superficiales y profundos de los dedos en una vaina común de los flexores
Fila distal de los huesos del carpo

*Estructuras que atraviesan el conducto (túnel) carpiano

(C) Sección transversal del carpo

Vistas inferiores de cortes transversales del miembro superior

FIGURA 6-57. Secciones transversales que muestran las relaciones en la fosa del codo, el antebrazo proximal y el carpo. A. En la fosa del codo, los flexores y extensores del codo ocupan las caras anterior y posterior del húmero. Las prolongaciones laterales y mediales del húmero (epicóndilos y crestas supracondíleas) proporcionan inserción proximal (origen) a los flexores y extensores del antebrazo. **B.** En consecuencia, en el antebrazo proximal, el compartimiento «anterior» flexor-pronador se sitúa en realidad anteromedialmente, y el compartimiento «posterior» extensor-supinador se sitúa posterolateralmente. La arteria radial (lateralmente) y el borde posterior subcutáneo, afilado, del cúbito (medialmente), son estructuras palpables que separan los compartimientos anterior y posterior. Ningún nervio motor atraviesa ninguno de los dos compartimientos, lo que los vuelve útiles para el abordaje quirúrgico. ECC, extensor cubital del carpo; ED, extensor de los dedos; FCC, flexor cubital del carpo; FLP, flexor largo del pulgar; FPD, flexor profundo de los dedos; FRC, flexor radial del carpo; FSD, flexor superficial de los dedos; PL, palmar largo; PR, pronador redondo. **C.** En el carpo, nueve tendones de tres músculos (y un nervio) del compartimiento anterior del antebrazo atraviesan el conducto (túnel) carpiano; ocho de los tendones comparten una vaina sinovial común de los flexores.

El epicóndilo medial y su cresta supracondílea proporcionan puntos de inserción para los flexores del antebrazo, y las estructuras laterales proporcionan sitios de inserción para los extensores del antebrazo. Así pues, en lugar de ser estrictamente anteriores y posteriores, las partes proximales del compartimiento «anterior» (flexor-pronador) del antebrazo se sitúan anteromedialmente, y las del «posterior» (extensor-supinador) lo hacen posterolateralmente (figs. 6-56D, 6-57B y 6-61C).

Después de girar gradualmente en espiral a lo largo del antebrazo, los compartimientos pasan a ocupar sus auténticas posiciones anterior y posterior cuando alcanzan la parte distal del antebrazo y el carpo. Estos compartimientos fasciales, que contienen los músculos en grupos funcionales, están delimitados por el borde subcutáneo del cúbito posteriormente (en el antebrazo proximal) y luego medialmente (en el antebrazo distal), y por la arteria radial anteriormente y luego lateralmente. Estas estructuras son palpables (la arteria por sus pulsaciones) a lo largo de todo el antebrazo. Ninguno de estos límites está cruzado por nervios motores, de modo que también constituyen puntos de abordaje quirúrgico.

Los **flexores y pronadores del antebrazo** se encuentran en el compartimiento anterior y están inervados principalmente por el *nervio mediano*, con la excepción de uno y medio que dependen del *nervio cubital*. Los **extensores y supinadores del antebrazo** se encuentran en el compartimiento posterior y están inervados todos ellos por el *nervio radial* (directamente o a través de su ramo profundo).

Los compartimientos fasciales de los miembros generalmente terminan en las articulaciones; en consecuencia, los líquidos y las infecciones suelen quedar contenidos y no se extienden con facilidad a otros compartimientos. El compartimiento anterior es excepcional en este aspecto, ya que se comunica con el compartimiento central de la palma de la mano a través del conducto (túnel) carpiano (fig. 6-57C).

Músculos del antebrazo

Los músculos que atraviesan la articulación del codo son 17; algunos de ellos actúan sobre la articulación del codo exclusivamente, y otros lo hacen sobre el carpo y los dedos.

En la parte proximal del antebrazo, los músculos forman masas carnosas que se extienden inferiormente desde los epicóndilos medial y lateral del húmero (figs. 6-56C y 6-57A). Los tendones de estos músculos pasan a través de la parte distal del antebrazo y continúan hacia el carpo, la mano y los dedos (figs. 6-56C y E, y 6-57C). Los músculos flexores del compartimiento anterior tienen aproximadamente el doble de masa y de fuerza que los extensores del compartimiento posterior.

MÚSCULOS FLEXORES-PRONADORES DEL ANTEBRAZO

Los **músculos flexores del antebrazo** se encuentran en el compartimiento anterior (flexor-pronador) del antebrazo, y están separados de los **músculos extensores del antebrazo** por el radio y el cúbito (fig. 6-57B), y en los dos tercios distales del antebrazo por la membrana interósea que conecta ambos huesos (fig. 6-56B y D).

Los tendones de la mayoría de los músculos flexores se localizan en la cara anterior del carpo y se mantienen en posición gracias al **ligamento carpiano palmar** y el *retináculo de los músculos flexo-*

res (retináculo flexor, ligamento transverso del carpo), dos engrosamientos de la fascia del antebrazo (figs. 6-56C y 6-58).

Los músculos flexores se disponen en tres capas o grupos (fig. 6-59; tabla 6-10):

1. Un **grupo o capa superficial** de cuatro músculos (pronador redondo, flexor radial del carpo, palmar largo y flexor cubital del carpo). Todos estos músculos se insertan proximalmente en el epicóndilo medial del húmero mediante un *tendón común de los flexores (inserción común de los flexores).*
2. Una **capa intermedia,** formada únicamente por un músculo (flexor superficial de los dedos).
3. Un **grupo o capa profunda de tres músculos** (flexor profundo de los dedos, flexor largo del pulgar y pronador cuadrado).

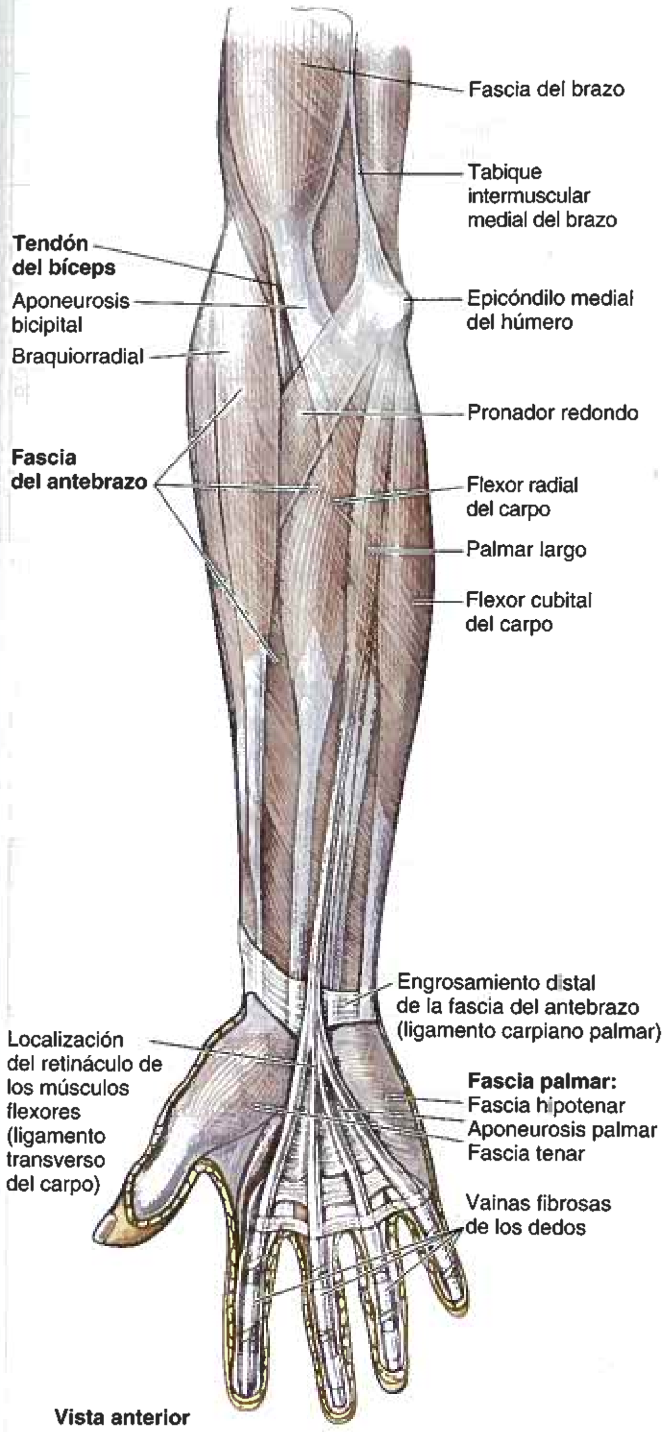

Fascia del brazo
Tabique intermuscular medial del brazo
Tendón del bíceps
Aponeurosis bicipital
Epicóndilo medial del húmero
Braquiorradial
Pronador redondo
Fascia del antebrazo
Flexor radial del carpo
Palmar largo
Flexor cubital del carpo
Engrosamiento distal de la fascia del antebrazo (ligamento carpiano palmar)
Localización del retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo)
Fascia palmar:
Fascia hipotenar
Aponeurosis palmar
Fascia tenar
Vainas fibrosas de los dedos
Vista anterior

FIGURA 6-58. Fascia del miembro superior distal y músculos superficiales del antebrazo.

Los cinco músculos de las capas superficial e intermedia cruzan la articulación del codo; los tres músculos profundos, no. Con la excepción del *pronador cuadrado,* cuanto más distal se encuentra la inserción distal de un músculo, más distal y profunda es su inserción proximal.

Todos los músculos del compartimiento anterior del antebrazo están inervados por los nervios mediano y/o cubital (en la mayoría de los casos por el mediano; sólo en uno y medio la inervación corre a cargo del cubital).

Funcionalmente, el braquiorradial es un flexor del antebrazo, pero se localiza en el compartimiento posterior (posterolateral) o extensor, y en consecuencia está inervado por el nervio radial. Así pues, el braquiorradial es una notable excepción a la norma de que: *1*) el nervio radial sólo inerva músculos extensores y *2*) todos los flexores se encuentran en el compartimiento anterior (flexor).

Los **flexores largos de los dedos** (flexor superficial de los dedos y flexor profundo de los dedos) también flexionan las articulaciones metacarpofalángicas y del carpo. El flexor profundo de los dedos flexiona los dedos con un movimiento lento; su acción queda reforzada por el flexor superficial de los dedos cuando se necesita velocidad y flexión contra resistencia. Cuando el carpo se encuentra flexionado a la vez que las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas, la distancia entre las inserciones de los músculos flexores largos de los dedos es más corta, y como consecuencia la acción resultante de su contracción es más débil. La extensión del carpo aumenta su distancia operativa y hace que la contracción sea más eficaz a la hora de conseguir una prensión potente (fig. 6-73A).

Los tendones de los flexores largos de los dedos pasan a través de la porción distal del antebrazo, el carpo y la palma, y continúan hacia los cuatro dedos mediales. El flexor superficial de los dedos flexiona las falanges medias, y el flexor profundo de los dedos flexiona las falanges medias y distales.

Los músculos del compartimiento anterior del antebrazo se ilustran en la figura 6-59, y sus inserciones, inervación y principales acciones se describen, clasificados por capas, en la tabla 6-10. A continuación se exponen detalles adicionales, en primer lugar de los músculos de las capas superficial e intermedia.

Pronador redondo. El **pronador redondo,** un músculo fusiforme, es el más lateral de los flexores superficiales del antebrazo. Su borde lateral forma el límite medial de la fosa del codo.

Para explorar el pronador redondo, el sujeto debe tener flexionado el antebrazo por el codo y, partiendo de la posición en supinación, pronarlo contra resistencia (ejercida por el examinador). Con esta maniobra el músculo es prominente y se puede palpar en la cara medial de la fosa del codo, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Flexor radial del carpo. El **flexor radial del carpo** es un músculo fusiforme largo que se localiza medialmente respecto al pronador redondo. En la mitad del antebrazo, su vientre carnoso se transforma en un tendón largo y aplanado que cuando se acerca

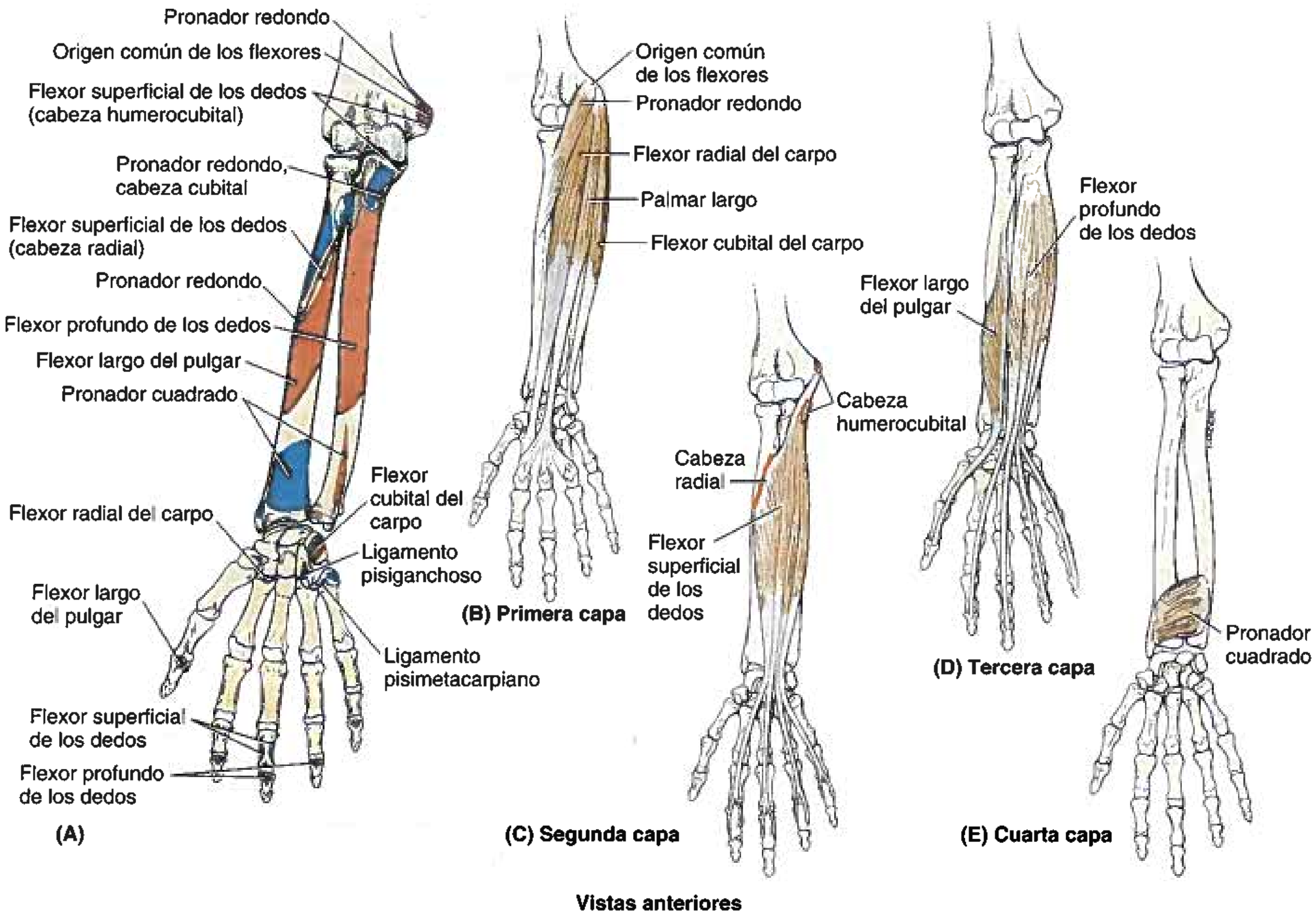

Pronador redondo
Origen común de los flexores
Flexor superficial de los dedos (cabeza humerocubital)
Pronador redondo, cabeza cubital
Flexor superficial de los dedos (cabeza radial)
Pronador redondo
Flexor profundo de los dedos
Flexor largo del pulgar
Pronador cuadrado
Flexor radial del carpo
Flexor cubital del carpo
Ligamento pisiganchoso
Flexor largo del pulgar
Ligamento pisimetacarpiano
Flexor superficial de los dedos
Flexor profundo de los dedos
(A)
Origen común de los flexores
Pronador redondo
Flexor radial del carpo
Palmar largo
Flexor cubital del carpo
(B) Primera capa
Cabeza humerocubital
Cabeza radial
Flexor superficial de los dedos
(C) Segunda capa
Flexor profundo de los dedos
Flexor largo del pulgar
(D) Tercera capa
Pronador cuadrado
(E) Cuarta capa
Vistas anteriores

FIGURA 6-59. Músculos flexores del antebrazo.

TABLA 6-10. MÚSCULOS DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DEL ANTEBRAZO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Capa superficial (primera)				
Pronador redondo				
Cabeza cubital	Apófisis coronoides	Centro de la convexidad de la cara lateral del radio	Nervio mediano (C6, **C7**)	Prona y flexiona el antebrazo (en el codo)
Cabeza humeral	Epicóndilo medial del húmero (origen común de los flexores)			
Flexor radial del carpo		Base del 2.° metacarpiano		Flexiona y abduce la mano (en el carpo)
Palmar largo		Mitad distal del retináculo flexor y vértice de la aponeurosis palmar	Nervio mediano (C7, C8)	Flexiona la mano (en el carpo) y tensa la aponeurosis palmar
Flexor cubital del carpo				
Cabeza humeral		Pisiforme, gancho del ganchoso, 5.° metacarpiano	Nervio cubital (C7, **C8**)	Flexiona y aduce la mano (en el carpo)
Cabeza cubital	Olécranon y borde posterior (por medio de la aponeurosis)			

TABLA 6-10. MÚSCULOS DEL COMPARTIMIENTO ANTERIOR DEL ANTEBRAZO *(Continuación)*

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Capa intermedia (segunda)				
Flexor superficial de los dedos				
Cabeza humerocubital	Epicóndilo medial del húmero (origen común de los flexores y apófisis coronoides)	Cuerpos de las falanges medias de los cuatro dedos mediales	Nervio mediano (C7, C8, T1)	Flexiona las articulaciones interfalángicas proximales de los cuatro dedos mediales; si actúa con más fuerza, también flexiona las falanges proximales en las articulaciones metacarpofalángicas
Cabeza radial	Mitad superior del borde anterior			
Capa profunda (tercera)				
Flexor profundo de los dedos				
Parte medial	Tres cuartos proximales de las caras medial y anterior del cúbito y membrana interósea	Bases de las falanges distales de los dedos 4.° y 5.°	Nervio cubital (C8, **T1**)	Flexiona las falanges distales de los dedos 4.° y 5.° en las articulaciones interfalángicas distales
Parte lateral		Bases de las falanges distales de los dedos 2.° y 3.°	Nervio interóseo anterior del nervio mediano (**C8**, T1)	Flexiona las falanges distales de los dedos 2.° y 3.° en las articulaciones interfalángicas distales
Flexor largo del pulgar	Cara anterior del radio y membrana interósea adyacente	Base de la falange distal del pulgar		Flexiona las falanges del 1.er dedo (pulgar)
Pronador cuadrado	Cuarto distal de la cara anterior del cúbito	Cuarto distal de la cara anterior del radio		Prona el antebrazo; las fibras profundas unen entre sí el radio y el cúbito

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «C6, **C7**» indica que los nervios que inervan el pronador redondo derivan de los segmentos cervicales sexto a séptimo de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**C7**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de éstos provoca la parálisis de los músculos implicados.

al carpo adopta la apariencia de una cuerda. Este músculo produce flexión (cuando actúa junto con el flexor cubital del carpo) y abducción del carpo (cuando actúa junto con los extensores radiales del carpo largo y corto). Cuando actúa en solitario, induce una combinación de flexión y abducción simultáneas en el carpo, de modo que la mano se mueve anterolateralmente.

Para alcanzar su inserción distal, el tendón del flexor radial del carpo pasa a través de un conducto localizado en la parte lateral del retináculo de los músculos flexores y de un surco vertical situado en el trapecio, donde se encuentra rodeado por su propia **vaina sinovial tendinosa del flexor radial del carpo** (fig. 6-57C). El tendón del flexor radial del carpo es una buena guía para localizar la arteria radial, que se encuentra justo en su cara lateral (fig. 6-56C).

Para explorar el flexor radial del carpo se debe pedir al sujeto que flexione el carpo contra resistencia. Con esta maniobra se puede visualizar y palpar fácilmente su tendón, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Palmar largo. El **palmar largo,** un músculo pequeño y fusiforme, está ausente en uno o en ambos lados (normalmente el izquierdo) en aproximadamente un 14 % de las personas, pero sus acciones no se pierden. Está formado por un corto vientre y un tendón largo semejante a un cordón que discurre superficialmente al retináculo de los músculos flexores y se inserta en éste y en el vértice de la aponeurosis palmar (figs. 6-56C y 6-58). El tendón del palmar largo es una útil guía para localizar el nervio mediano en el carpo, ya que el primero se sitúa en profundidad y algo medialmente respecto al segundo antes de que este nervio pase profundo al retináculo de los músculos flexores.

Para explorar el palmar largo, el sujeto debe flexionar el carpo y presionar firmemente las yemas del pulgar y el meñique entre sí. Con esta maniobra se puede visualizar y palpar fácilmente su tendón, siempre y cuando esté presente y sus movimientos sean normales.

Flexor cubital del carpo. El **flexor cubital del carpo** es el más medial de los músculos flexores superficiales. Cuando actúa solo, flexiona y aduce la mano simultáneamente en la articulación del carpo. Si actúa junto con el flexor radial del carpo flexiona el carpo, y si lo hace con el extensor cubital del carpo lo aduce. Cuando el nervio cubital entra en el antebrazo pasa entre las cabezas humeral y cubital de su inserción proximal (fig. 6-56C). Este músculo es excepcional entre los que componen el compartimiento anterior, pues está completamente inervado por el nervio cubital. El tendón del flexor cubital del carpo sirve como guía para el nervio y la arteria cubitales, que se encuentran en su cara lateral a nivel del carpo (fig. 6-56C y E).

Para explorar el flexor cubital del carpo, el sujeto debe poner la cara posterior del antebrazo y la mano sobre una mesa y luego flexionar el carpo contra resistencia mientras el examinador palpa el músculo y su tendón.

Flexor superficial de los dedos. El **flexor superficial de los dedos** se clasifica en ocasiones en el grupo de los músculos superficiales del antebrazo, que se originan en la inserción común de los flexores y, en consecuencia, cruzan el codo (tabla 6-10). Cuando se utiliza este criterio, es el mayor músculo superficial del antebrazo. No obstante, en realidad forma una capa intermedia entre los grupos superficial y profundo de músculos del antebrazo (figs. 6-56C y 6-57B). Cuando el nervio mediano y la arteria cubital entran en el antebrazo, pasan entre sus cabezas humerocubital y radial (fig. 6-59A y C). Cerca del carpo, el flexor superficial de los dedos da origen a cuatro tendones, que pasan en profundidad al retináculo de los músculos flexores, a través del conducto (túnel) carpiano y hacia los dedos. Los cuatro tendones están rodeados (junto con los cuatro tendones del flexor profundo de los dedos) por una *vaina sinovial tendinosa común de los músculos flexores* (fig. 6-57C). El flexor superficial de los dedos flexiona las falanges medias de los cuatro dedos mediales en las articulaciones interfalángicas proximales. Si actúa de forma sostenida, también flexiona las falanges proximales en las articulaciones metacarpofalángicas y la articulación del carpo. Es capaz de flexionar cada dedo sobre el que actúa de forma independiente.

Para explorar el flexor superficial de los dedos, el sujeto debe flexionar contra resistencia un dedo en la articulación interfalángica proximal mientras mantiene los otros tres dedos en extensión para inactivar el flexor profundo de los dedos.

El plano fascial situado entre las capas intermedia y profunda de músculos configura el principal plano vasculonervioso del compartimiento anterior (flexor-pronador); los principales paquetes vasculonerviosos exclusivos de este compartimiento discurren con él. Los siguientes tres músculos constituyen la capa profunda de músculos flexores del antebrazo.

Flexor profundo de los dedos. El **flexor profundo de los dedos** es el único músculo que puede flexionar las articulaciones interfalángicas distales de los dedos (fig. 6-59A y E). Este grueso músculo «forra» la cara anterior del cúbito. El flexor profundo de los dedos flexiona las falanges distales de los cuatro dedos mediales una vez que el flexor superficial de los dedos ha flexionado sus falanges medias (es decir, repliega los dedos y ayuda en la flexión de la mano para cerrar el puño). Cada uno de sus tendones es capaz de flexionar dos articulaciones interfalángicas, la articulación metacarpofalángica y la articulación del carpo. El flexor profundo de los dedos se divide en cuatro porciones, cada una de las cuales termina en un tendón que pasa posterior a los tendones del flexor superficial de los dedos y el retináculo de los músculos flexores, en el interior de la vaina común de los músculos flexores (fig. 6-57C). La porción del músculo que va al dedo índice normalmente se separa del resto relativamente pronto en la parte distal del antebrazo, y es capaz de contraerse de forma independiente. Cada tendón entra en la vaina fibrosa de su dedo por detrás de los tendones del flexor superficial de los dedos. A diferencia de este último, el flexor profundo de los dedos sólo puede flexionar el dedo índice de forma independiente, por lo que los dedos se pueden flexionar independientemente en las articulaciones interfalángicas proximales, pero no en las distales.

Para explorar el flexor profundo de los dedos, el sujeto debe mantener extendida la articulación interfalángica proximal mientras intenta flexionar la distal. Con esta prueba se puede determinar la integridad del nervio mediano en el antebrazo proximal si se lleva a cabo en el dedo índice, y la del nervio cubital si se utiliza el meñique.

Flexor largo del pulgar. El **flexor largo del pulgar** pasa por la cara lateral del flexor profundo de los dedos, donde reviste la cara anterior del radio distalmente a la inserción del supinador (figs. 6-56C y E, y 6-59A y D; tabla 6-10). El aplanado tendón del flexor largo del pulgar discurre en profundidad al retináculo de los músculos flexores, revestido por su propia **vaina sinovial tendinosa del flexor largo del pulgar,** en la cara lateral de la vaina común de los músculos flexores (fig. 6-57C). El flexor largo del pulgar principalmente flexiona la falange distal del pulgar en la articulación interfalángica, y de forma secundaria su falange proximal y el 1.^{er} metacarpiano en las articulaciones metacarpofalángica y carpometacarpiana, respectivamente. Es el único músculo que flexiona la articulación interfalángica del pulgar. También puede colaborar en la flexión de la articulación del carpo.

Para explorar el flexor largo del pulgar se debe sujetar la falange proximal del pulgar y flexionar la distal contra resistencia.

Pronador cuadrado. El **pronador cuadrado,** tal y como su nombre indica, es cuadrangular y prona el antebrazo (fig. 6-59E). No se puede palpar ni observar, excepto en las disecciones, ya que es el músculo más profundo de la cara anterior del antebrazo. En ocasiones se considera que constituye una cuarta capa muscular. El pronador cuadrado reviste el cuarto distal del radio y el cúbito, y la membrana interósea situada entre ellos (fig. 6-59A y E; tabla 6-10). El pronador cuadrado es el único músculo que se inserta sólo en el cúbito en un extremo y sólo en el radio en el otro. El pronador cuadrado es el principal impulsor de la pronación. Este músculo inicia la pronación y recibe la ayuda del pronador redondo cuando se necesita más velocidad y potencia. El pronador cuadrado también ayuda a la membrana interósea a mantener el radio y el cúbito juntos, en particular cuando se transmiten fuerzas de choque hacia arriba desde el carpo (p. ej., cuando se cae sobre la mano).

MÚSCULOS EXTENSORES DEL ANTEBRAZO

Los músculos del compartimiento posterior del antebrazo se ilustran en la figura 6-60, y sus inserciones, inervación y principales acciones se describen, clasificados por capas, en la tabla 6-11. A continuación se exponen detalles adicionales.

Los **músculos extensores** se encuentran en el compartimiento posterior (extensor-supinador) del antebrazo, y todos ellos están inervados por ramos del nervio radial (fig. 6-57B). Estos músculos se pueden organizar fisiológicamente en tres grupos funcionales:

1. Músculos que extienden y abducen o aducen la mano en la articulación del carpo (extensor radial largo del carpo, extensor radial corto del carpo y extensor cubital del carpo).
2. Músculos que extienden los cuatro dedos mediales (extensor de los dedos, extensor del índice y extensor del dedo meñique).
3. Músculos que extienden o abducen el pulgar (abductor largo del pulgar, extensor corto del pulgar y extensor largo del pulgar).

Los tendones de los extensores se mantienen en posición en la región del carpo mediante el *retináculo de los músculos extensores* (retináculo extensor), que evita que los tendones se deformen como si fueran cuerdas de arco al extender la mano en la articulación radiocarpiana. En su trayecto por el dorso del carpo, los tendones de los extensores están recubiertos por **vainas sinoviales tendinosas** que atenúan la fricción cuando éstos atraviesan los túneles osteofibrosos formados por la inserción del retináculo de los músculos extensores en las porciones distales del radio y el cúbito (fig. 6-61). Los músculos extensores del antebrazo se organizan anatómicamente en una capa superficial y una profunda (fig. 6-57B).

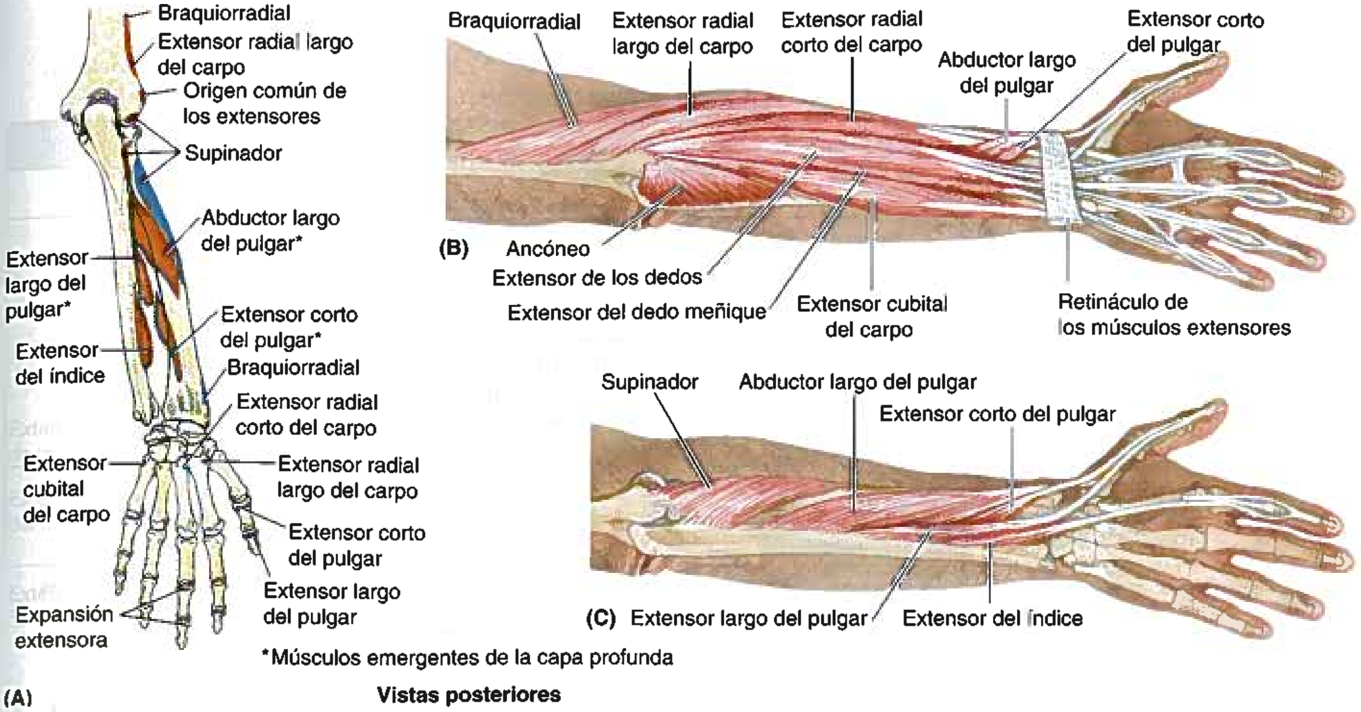

Braquiorradial
Extensor radial largo del carpo
Origen común de los extensores
Supinador
Abductor largo del pulgar*
Extensor largo del pulgar*
Extensor corto del pulgar*
Extensor del índice
Braquiorradial
Extensor radial corto del carpo
Extensor cubital del carpo
Extensor radial largo del carpo
Extensor corto del pulgar
Extensor largo del pulgar
Expansión extensora
(A)
Braquiorradial
Extensor radial largo del carpo
Extensor radial corto del carpo
Abductor largo del pulgar
Extensor corto del pulgar
(B)
Ancóneo
Extensor de los dedos
Extensor del dedo meñique
Extensor cubital del carpo
Retináculo de los músculos extensores
Supinador
Abductor largo del pulgar
Extensor corto del pulgar
(C)
Extensor largo del pulgar
Extensor del índice
*Músculos emergentes de la capa profunda
Vistas posteriores

FIGURA 6-60. Músculos extensores del antebrazo.

TABLA 6-11. MÚSCULOS DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR DEL ANTEBRAZO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación*	Acción principal
Capa superficial				
Braquiorradial	Dos tercios proximales de la cresta supracondílea lateral del húmero	Cara lateral del extremo distal del radio proximal a la apófisis estiloides	Nervio radial (C5, **C6,** C7)	Flexión relativamente débil del antebrazo; máxima cuando el antebrazo está en posición semipronada
Extensor radial largo del carpo	Cresta supracondílea lateral del húmero	Cara dorsal de la base del 2.° metacarpiano	Nervio radial (C6, C7)	Extienden y abducen la mano en el carpo; el extensor radial largo del carpo es activo durante el cierre del puño
Extensor radial corto del carpo	Epicóndilo lateral del húmero (origen común de los extensores)	Cara dorsal de la base del 3.er metacarpiano	Ramo profundo del nervio radial (**C7,** C8)	
Extensor de los dedos		Expansiones extensoras de los cuatro dedos mediales		Extiende los cuatro dedos mediales, inicialmente en las articulaciones metacarpofalángicas; secundariamente en las interfalángicas
Extensor del dedo meñique		Expansión extensora del 5.° dedo		Extiende el 5.° dedo, inicialmente en la articulación metacarpofalángica; secundariamente en la interfalángica
Extensor cubital del carpo	Epicóndilo lateral del húmero; borde posterior del cúbito por medio de una aponeurosis compartida	Cara dorsal de la base del 5.° metacarpiano		Extiende y aduce la mano en el carpo (también activo durante el cierre del puño)
Capa profunda				
Supinador	Epicóndilo lateral del húmero; ligamentos colateral radial y anular; fosa del supinador; cresta del cúbito	Caras lateral, posterior y anterior del tercio proximal del radio	Ramo profundo del nervio radial (C7, **C8**)	Supina el antebrazo; rota el radio para girar la palma anteriormente o superiormente (si el codo está flexionado)
Extensor del índice	Cara posterior del tercio distal del cúbito y membrana interósea	Expansión extensora del 2.° dedo	Nervio interóseo posterior (**C7,** C8), continuación del ramo profundo del nervio radial	Extiende el 2.° dedo (facilitando su extensión independiente); ayuda a extender la mano al nivel del carpo

(continúa)

TABLA 6-11. MÚSCULOS DEL COMPARTIMIENTO POSTERIOR DEL ANTEBRAZO *(Continuación)*

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Músculos emergentes de la capa profunda				
Abductor largo del pulgar	Cara posterior de las mitades proximales del cúbito, radio y membrana interósea	Base del 1.er metacarpiano	Nervio interóseo posterior (C7, **C8**), continuación del ramo profundo del nervio radial	Abduce el pulgar y lo extiende en la articulación carpometacarpiana
Extensor largo del pulgar	Cara posterior del tercio medio del cúbito y membrana interósea	Cara dorsal de la base de la falange distal del pulgar		Extiende la falange distal del pulgar en la articulación interfalángica; extiende las articulaciones metacarpofalángica y carpometacarpiana
Extensor corto del pulgar	Cara posterior del tercio distal del radio y membrana interósea	Cara dorsal de la base de la falange proximal del pulgar		Extiende la falange proximal del pulgar en la articulación metacarpofalángica; extiende la articulación carpometacarpiana

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «C7, C8» indica que los nervios que inervan el extensor radial corto del carpo derivan de los segmentos cervicales séptimo a octavo de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita (**C7**) indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de éstos provoca la parálisis de los músculos implicados.

Cuatro de los *extensores superficiales* (extensor radial corto del carpo, extensor de los dedos, extensor del dedo meñique y extensor cubital del carpo) se insertan proximalmente en el epicóndilo lateral mediante un *tendón común de los extensores* (figs. 6-60A y 6-61A y B; tabla 6-11). Los otros dos músculos del grupo superficial (braquiorradial y extensor radial largo del carpo) se insertan proximalmente en la cresta supracondílea lateral del húmero y el tabique intermuscular lateral adyacente (fig. 6-60A y B). Los cuatro tendones aplanados del extensor de los dedos pasan en profundidad respecto al retináculo de los músculos extensores para dirigirse hacia los cuatro dedos mediales (fig. 6-62). A los tendones del extensor de los dedos correspondientes a los dedos índice y meñique se unen por sus caras mediales y cerca de los nudillos los tendones respectivos del extensor del índice y el extensor del dedo meñique.

Braquiorradial. El **braquiorradial** es un músculo fusiforme que se sitúa superficialmente en la cara anterolateral del antebrazo (figs. 6-58 y 6-61A). Forma el borde lateral de la fosa del codo (fig. 6-56C). Tal y como se ha mencionado previamente, el braquiorradial es excepcional entre los músculos del compartimiento posterior (extensor) en cuanto a que está rotado hacia la cara anterior del húmero y, por ello, flexiona el antebrazo en el codo. Es especialmente activo en los movimientos rápidos y en presencia de resistencia durante la flexión del antebrazo (p. ej., cuando se levanta un peso), de modo que actúa como un músculo coaptador que se opone a la subluxación de la cabeza del radio. El braquiorradial y el supinador son los dos únicos músculos del compartimiento que no cruzan el carpo y, en consecuencia, son incapaces de actuar sobre él. En su recorrido descendente, el braquiorradial recubre el nervio y la arteria radiales cuando discurren juntos sobre el supinador, el tendón del pronador redondo, el flexor superficial de los dedos y el flexor largo del pulgar. La parte distal del tendón está recubierta por los abductores largo y corto del pulgar, que discurren hacia el pulgar (fig. 6-61B).

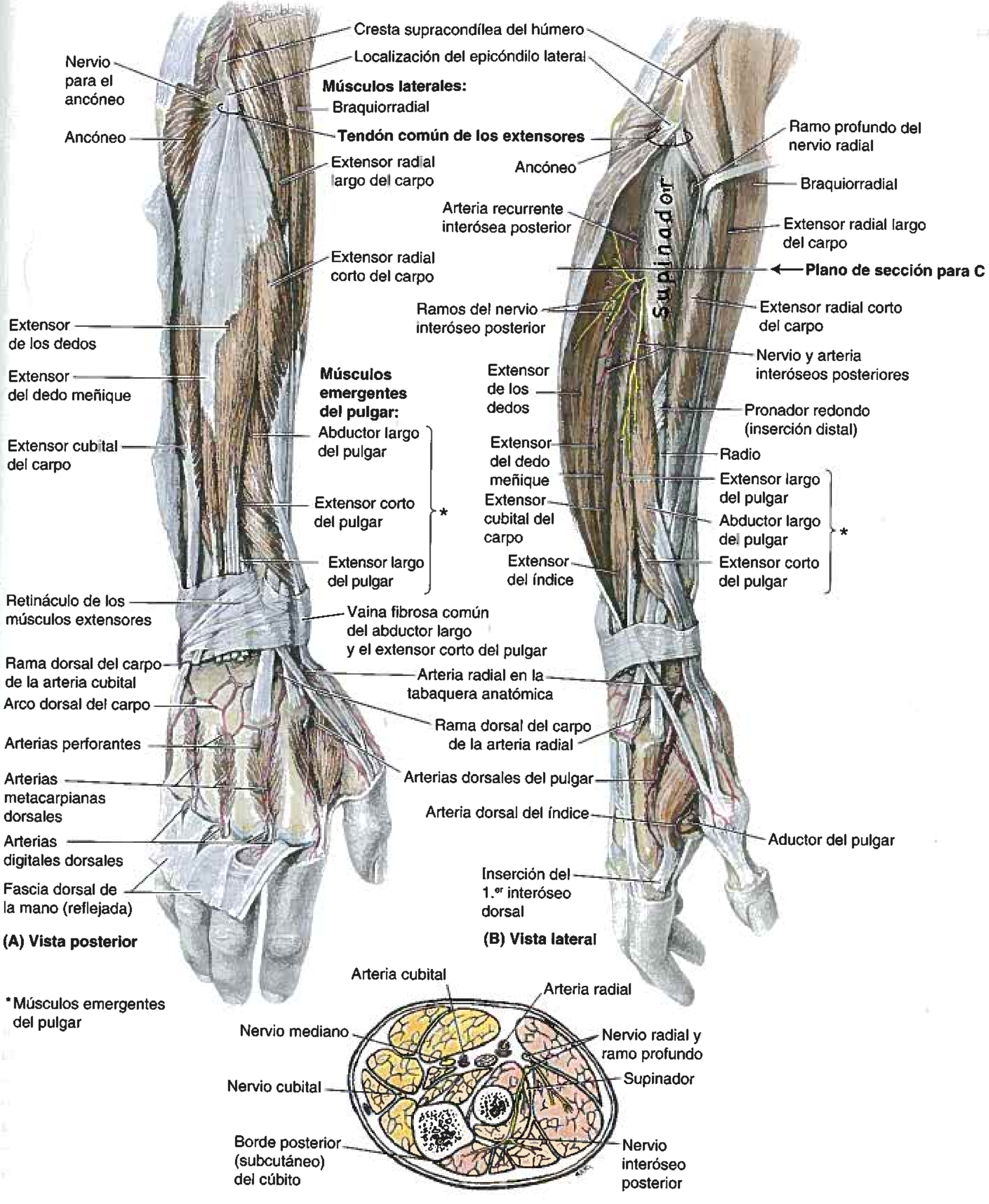
Para explorar el braquiorradial, el sujeto debe flexionar el codo contra resistencia con el antebrazo en semipronación. Con esta maniobra se puede ver y palpar el músculo, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Extensor radial largo del carpo. El **extensor radial largo del carpo** es un músculo fusiforme que se solapa parcialmente con el braquiorradial (de hecho, con frecuencia se encuentran fusionados) (fig. 6-61). En su trayecto en dirección distal, posterior al braquiorradial, su tendón se cruza con el abductor corto del pulgar y el extensor corto del pulgar. El extensor radial largo del carpo es indispensable para cerrar con fuerza el puño.

Para explorar el extensor radial largo del carpo, el sujeto debe extender y abducir el carpo con el antebrazo en pronación. Con esta maniobra se puede palpar el músculo en situación inferoposterior en la cara lateral del codo, siempre y cuando sus movimientos sean normales. Su tendón se puede palpar proximal el carpo.

Extensor radial corto del carpo. El **extensor radial corto del carpo,** tal y como su nombre indica, es más corto que su homólogo largo porque se origina distalmente en el miembro, aunque se inserta cerca de donde lo hace este último en la mano (pero en la base del 3.er metacarpiano y no en la del 2.º). En su trayecto en dirección distal, está cubierto por el extensor radial largo del carpo. Los extensores radiales corto y largo del carpo pasan juntos por debajo del retináculo de los músculos extensores, en el interior de la **vaina tendinosa de los extensores radiales del carpo** (fig. 6-62). Los dos músculos participan juntos en diversos movimientos, normalmente de modo sinérgico con otros. Por sí mismos, abducen la mano mientras la extienden. Cuando actúan junto con el extensor cubital del carpo, extienden la mano (en esta acción está más implicado el corto); cuando actúan junto con el flexor radial del carpo, inducen un movimiento de abducción pura. Su acción sinérgica con el extensor cubital del carpo es importante para estabilizar la muñeca durante la flexión tensa de los cuatro dedos mediales (cuando se cierra con fuerza el puño); en este caso, el largo es más activo.

Extensor de los dedos. El **extensor de los dedos,** que es el principal extensor de los cuatro dedos mediales, ocupa gran parte de la superficie posterior del antebrazo (figs. 6-60 y 6-61A). Proximalmente, sus cuatro tendones se unen con el tendón del extensor del dedo índice para pasar en profundidad respecto al retináculo de los músculos extensores, a través de la **vaina tendinosa de**


Cresta supracondílea del húmero
Localización del epicóndilo lateral
Nervio para el ancóneo
Músculos laterales:
Braquiorradial
Ancóneo
Tendón común de los extensores
Extensor radial largo del carpo
Extensor radial corto del carpo
Extensor de los dedos
Extensor del dedo meñique
Músculos emergentes del pulgar:
Abductor largo del pulgar
Extensor cubital del carpo
Extensor corto del pulgar
*
Extensor largo del pulgar
Retináculo de los músculos extensores
Vaina fibrosa común del abductor largo y el extensor corto del pulgar
Rama dorsal del carpo de la arteria cubital
Arco dorsal del carpo
Arterias perforantes
Arterias metacarpianas dorsales
Arterias digitales dorsales
Fascia dorsal de la mano (reflejada)
Ramo profundo del nervio radial
Ancóneo
Braquiorradial
Arteria recurrente interósea posterior
Supinador
Extensor radial largo del carpo
Plano de sección para C
Ramos del nervio interóseo posterior
Extensor radial corto del carpo
Nervio y arteria interóseos posteriores
Extensor de los dedos
Pronador redondo (inserción distal)
Extensor del dedo meñique
Radio
Extensor largo del pulgar
Extensor cubital del carpo
Abductor largo del pulgar
*
Extensor del índice
Extensor corto del pulgar
Arteria radial en la tabaquera anatómica
Rama dorsal del carpo de la arteria radial
Arterias dorsales del pulgar
Arteria dorsal del índice
Aductor del pulgar
Inserción del 1.er interóseo dorsal
*Músculos emergentes del pulgar
Arteria cubital
Arteria radial
Nervio mediano
Nervio radial y ramo profundo
Nervio cubital
Supinador
Borde posterior (subcutáneo) del cúbito
Nervio interóseo posterior

(A) Vista posterior

(B) Vista lateral

(C) Vista inferior de la sección transversal del antebrazo (al nivel indicado en la parte B)

FIGURA 6-61. Compartimiento extensor-supinador del antebrazo derecho. A. Capa superficial de los músculos extensores. Se han extirpado los tendondes extensores distales del dorso de la mano sin afectar las arterias, ya que éstas se localizan en el plano esquelético. La fascia de la cara posterior del antebrazo más distal se engrosa para formar el retináculo de los músculos extensores, el cual está anclado en su cara más profunda al cúbito y al radio. **B.** Capa profunda de los músculos extensores. Tres músculos emergentes del pulgar *(asterisco)* salen entre el extensor radial corto del carpo y el extensor de los dedos: el abductor largo del pulgar, el extensor corto del pulgar y el extensor largo del pulgar. El surco del cual emergen los tres músculos se ha abierto proximalmente hacia el epicóndilo lateral, quedando expuesto el músculo supinador. **C.** Sección transversal del antebrazo que muestra las capas superficial y profunda de los músculos en el compartimiento posterior *(rosa)*, inervados por el nervio radial, y el compartimiento anterior *(ocre)*, inervados por los nervios cubital y mediano.

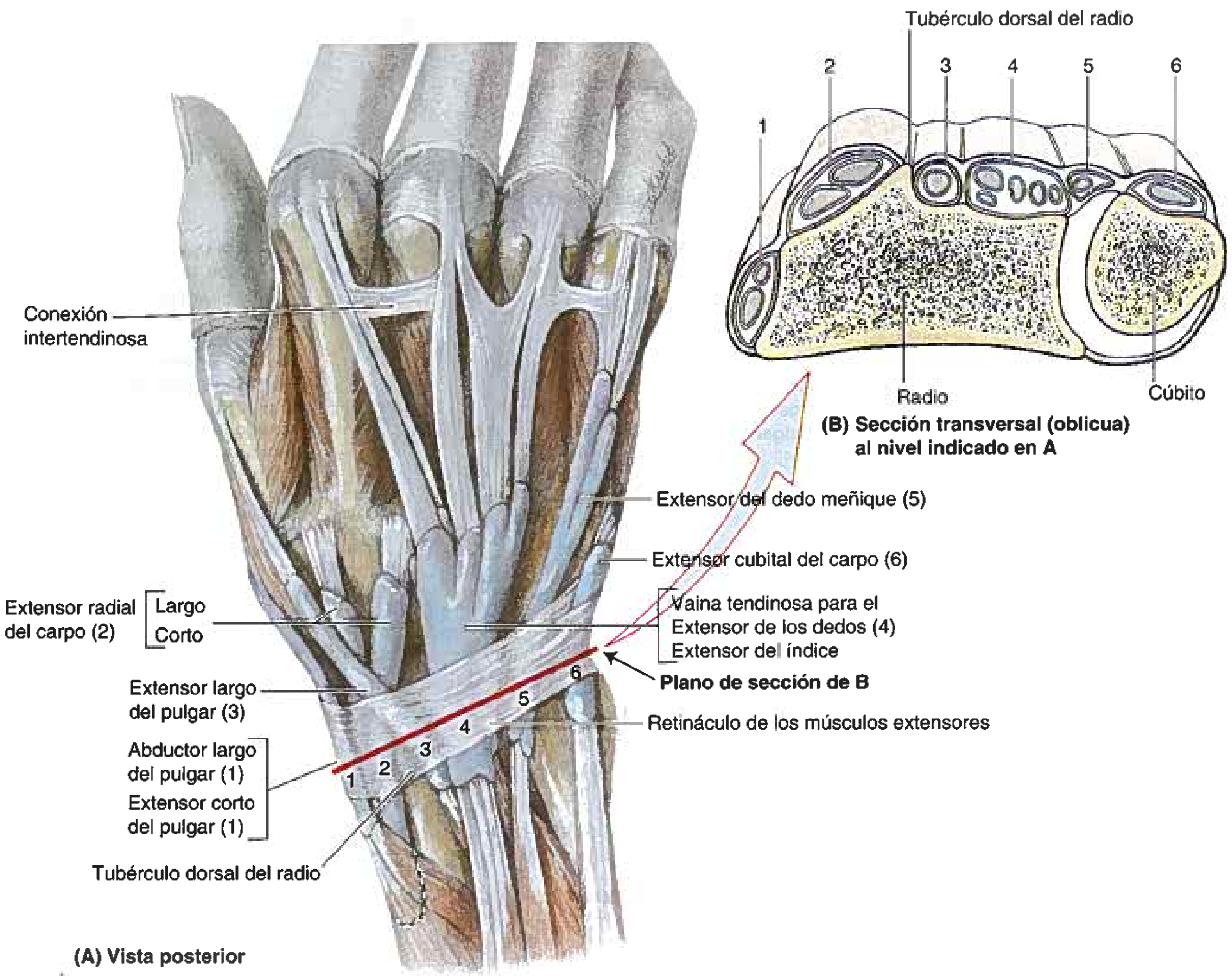

Tubérculo dorsal del radio
1
2
3
4
5
6
Radio
Cúbito
(B) Sección transversal (oblicua) al nivel indicado en A
Conexión intertendinosa
Extensor del dedo meñique (5)
Extensor cubital del carpo (6)
Extensor radial del carpo (2)
Largo
Corto
Vaina tendinosa para el
Extensor de los dedos (4)
Extensor del índice
Plano de sección de B
Extensor largo del pulgar (3)
Retináculo de los músculos extensores
Abductor largo del pulgar (1)
Extensor corto del pulgar (1)
Tubérculo dorsal del radio
1
2
3
4
5
6
(A) Vista posterior

FIGURA 6-62. **Vainas sinoviales y tendones del antebrazo distal y el dorso de la mano. A.** Obsérvese que las seis vainas sinoviales tendinosas *(azul)* ocupan seis túneles osteofibrosos formados por inserciones del retináculo de los músculos extensores en el cúbito, y especialmente en el radio, que dan paso a doce tendones de nueve músculos extensores. El tendón del extensor de los dedos para el dedo meñique es compartido con el anular y se continúa hasta el dedo meñique mediante una conexión intertendinosa, recibiendo entonces fibras adicionales del tendón del extensor del dedo meñique. Se trata de variaciones frecuentes. La numeración se corresponde con la de los túneles osteofibrosos que se muestran en la parte **B. B.** Esta sección transversal ligeramente oblicua del extremo distal del antebrazo muestra los tendones extensores atravesando los seis túneles osteofibrosos profundos al retináculo de los músculos extensores.

los músculos extensor de los dedos y extensor del índice (vaina sinovial común de los músculos extensores) (fig. 6-62A y B). En el dorso de la mano, los tendones se expanden a medida que se dirigen hacia los dedos. Los tendones adyacentes se unen proximalmente a los nudillos (articulaciones metacarpofalángicas) mediante tres *conexiones intertendinosas* oblicuas que restringen la extensión independiente de los cuatro dedos mediales (especialmente del dedo anular). En consecuencia, normalmente ninguno de estos dedos puede encontrarse completamente flexionado si los otros están extendidos totalmente. En general, el cuarto tendón se fusiona inicialmente con el tendón del dedo anular y llega al meñique mediante una conexión intertendinosa.

En los extremos distales de los metacarpianos y a lo largo de las falanges de los cuatro dedos mediales, los cuatro tendones del extensor de los dedos se aplanan para formar **expansiones extensoras** (fig. 6-63). Cada expansión extensora (expansión dorsal o dosel) es una aponeurosis tendinosa triangular que se enrolla en torno al dorso y los lados de la cabeza de un metacarpiano y a la falange proximal. El «dosel», semejante a una visera, de la expansión extensora que se extiende por la cabeza del metacarpiano manteniendo el tendón extensor en el medio del dedo, se ancla a cada lado en el **ligamento palmar** (una porción engrosada de la membrana fibrosa de la cápsula articular de las articulaciones metacarpofalángicas) (fig. 6-42).

Al formar la expansión extensora, cada tendón del extensor de los dedos se divide en una **bandeleta media** que se dirige hacia la base de la falange media, y dos **bandeletas laterales** que se dirigen hacia la base de la falange distal (fig. 6-63D y E). Los tendones de los músculos interóseos y lumbricales de la mano se unen a las bandeletas laterales de las expansiones extensoras (fig. 6-63).

El **ligamento retinacular** es una delicada banda fibrosa que discurre oblicuamente desde la falange proximal y la vaina fibrosa

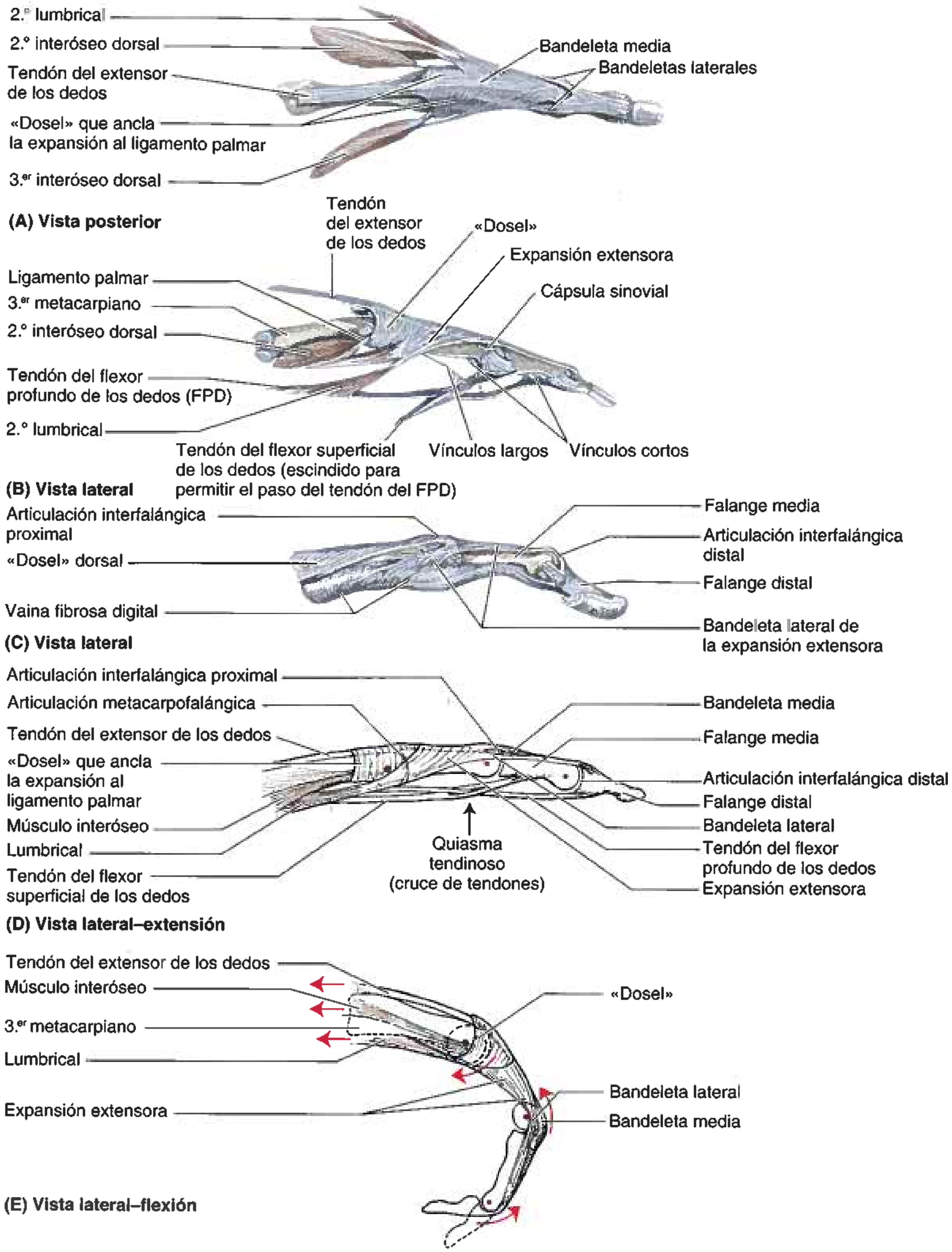

2.º lumbrical
2.º interóseo dorsal
Tendón del extensor de los dedos
«Dosel» que ancla la expansión al ligamento palmar
3.er interóseo dorsal
Bandeleta media
Bandeletas laterales
(A) Vista posterior
Tendón del extensor de los dedos
«Dosel»
Expansión extensora
Cápsula sinovial
Ligamento palmar
3.er metacarpiano
2.º interóseo dorsal
Tendón del flexor profundo de los dedos (FPD)
2.º lumbrical
Tendón del flexor superficial de los dedos (escindido para permitir el paso del tendón del FPD)
Vínculos largos
Vínculos cortos
(B) Vista lateral
Articulación interfalángica proximal
«Dosel» dorsal
Vaina fibrosa digital
Falange media
Articulación interfalángica distal
Falange distal
Bandeleta lateral de la expansión extensora
(C) Vista lateral
Articulación interfalángica proximal
Articulación metacarpofalángica
Tendón del extensor de los dedos
«Dosel» que ancla la expansión al ligamento palmar
Músculo interóseo
Lumbrical
Tendón del flexor superficial de los dedos
Quiasma tendinoso (cruce de tendones)
Bandeleta media
Falange media
Articulación interfalángica distal
Falange distal
Bandeleta lateral
Tendón del flexor profundo de los dedos
Expansión extensora
(D) Vista lateral–extensión
Tendón del extensor de los dedos
Músculo interóseo
3.er metacarpiano
Lumbrical
Expansión extensora
«Dosel»
Bandeleta lateral
Bandeleta media
(E) Vista lateral–flexión

FIGURA 6-63. Aparato digital dorsal (extensor) del 3.er dedo. En las partes **A, B, D** y **E** se muestran el metacarpiano y las tres falanges; en la parte **C** sólo se muestran las falanges. **A.** Obsérvese el tendón del extensor de los dedos ramificándose en tres bandeletas: dos bandeletas laterales que se unen sobre la falange media para insertarse en la base de la falange distal, y una bandeleta media que se inserta en la base de la falange media. **B.** Parte del tendón de los músculos interóseos se inserta en la base de la falange proximal; la otra parte contribuye a la expansión extensora, insertándose principalmente en las bandeletas laterales, aunque también se abre en abanico en una aponeurosis. Algunas fibras aponeuróticas se fusionan con la bandeleta media, y otras fibras pasan curvándose sobre ella para fusionarse con la aponeurosis que se origina en el otro lado. En la cara radial de cada dedo, un músculo lumbrical se inserta en la bandeleta lateral radial. El «dosel» dorsal consiste en una banda ancha de fibras orientadas transversalmente insertadas anteriormente en los ligamentos palmares de las articulaciones metacarpofalángicas que rodean la cabeza metacarpiana y la articulación metacarpofalángica, fusionándose con la expansión extensora para mantener centrado el aparato sobre la cara dorsal del dedo. **C.** Distalmente, los ligamentos retinaculares que se extienden desde la vaina fibrosa digital hasta las bandeletas laterales también ayudan a mantener centrado el aparato y a coordinar los movimientos en las articulaciones interfalángicas proximal y distal. **D.** La contracción aislada del extensor de los dedos produce una extensión en todas las articulaciones (incluida la articulación metacarpofalángica en ausencia de la acción de los músculos interóseos y lumbricales). **E.** Debido a las relaciones de los tendones y las bandeletas laterales con los centros de rotación de las articulaciones (*puntos rojos* en **D** y **E**), la contracción simultánea de los interóseos y lumbricales produce la flexión de la articulación metacarpofalángica, pero la extensión de las articulaciones interfalángicas proximales y distales (el denominado movimiento en Z).

del dedo, a lo largo de la falange media y las dos articulaciones interfalángicas (fig. 6-63C), para unirse a la expansión extensora de la falange distal. Durante la flexión de la articulación interfalángica distal, el ligamento retinacular se tensa y tracciona la articulación interfalángica proximal, que se flexiona. De manera similar, en la extensión de la articulación proximal, el ligamento retinacular tira de la articulación distal hasta obtener una extensión casi completa.

El extensor de los dedos actúa principalmente en la extensión de las falanges proximales, y secundariamente, por medio de sus engrosamientos colaterales, extiende también las falanges media y distal. Tras ejercer su tracción sobre los dedos, o en presencia de resistencia a la extensión de éstos, ayuda en la extensión de la articulación del carpo.

Para explorar el extensor de los dedos, el sujeto debe pronar el antebrazo y extender los dedos, y luego intentar mantener los dedos extendidos en las articulaciones metacarpofalángicas mientras el examinador ejerce presión sobre las falanges proximales para intentar flexionarlas. Con esta maniobra es posible palpar el extensor de los dedos en el antebrazo, y ver y palpar sus tendones en el dorso de la mano, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Extensor del dedo meñique. El **extensor del dedo meñique,** una cinta muscular fusiforme, es una porción parcialmente separada del extensor de los dedos (figs. 6-60B, 6-61A y B, y 6-62). Su tendón discurre a través de un compartimiento separado del retináculo de los músculos extensores, posterior a la articulación radiocubital distal y en el interior de la **vaina tendinosa del extensor del dedo meñique.** A continuación, el tendón se divide en dos cintas, de las cuales la lateral se une al tendón del extensor de los dedos; finalmente, los tres tendones se insertan en la expansión digital dorsal del dedo meñique. Tras ejercer su tracción principalmente sobre el 5.º dedo, participa en la extensión de la mano.

Para explorar el extensor del dedo meñique, el sujeto debe extender el dedo meñique contra resistencia mientras mantiene los dedos segundo a cuarto flexionados en las articulaciones metacarpofalángicas.

Extensor cubital del carpo. El **extensor cubital del carpo** es un largo músculo fusiforme que se localiza en el borde medial del antebrazo y está dotado de dos cabezas: una humeral, que se origina en el tendón común de los extensores, y una cubital que se origina en una aponeurosis común que se inserta en el borde posterior del cúbito y donde también se insertan el flexor cubital del carpo, el flexor profundo de los dedos y la fascia profunda del antebrazo. Distalmente, su tendón discurre por un surco situado entre la cabeza del cúbito y su apófisis estiloides, a través de un compartimiento separado del retináculo de los músculos extensores y por dentro de la **vaina tendinosa del extensor cubital del carpo**. Cuando actúa junto con los extensores radiales del carpo largo y corto extiende la mano, y cuando lo hace con el flexor cubital del carpo aduce la mano. Al igual que el extensor radial largo del carpo, es indispensable para cerrar con fuerza el puño.

Para explorar el extensor cubital del carpo, el sujeto debe pronar el antebrazo y extender los dedos, y luego aducir el carpo extendido contra resistencia. Con esta maniobra se puede ver y palpar el músculo en la parte proximal del antebrazo, y se puede notar su tendón proximalmente a la cabeza del cúbito, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

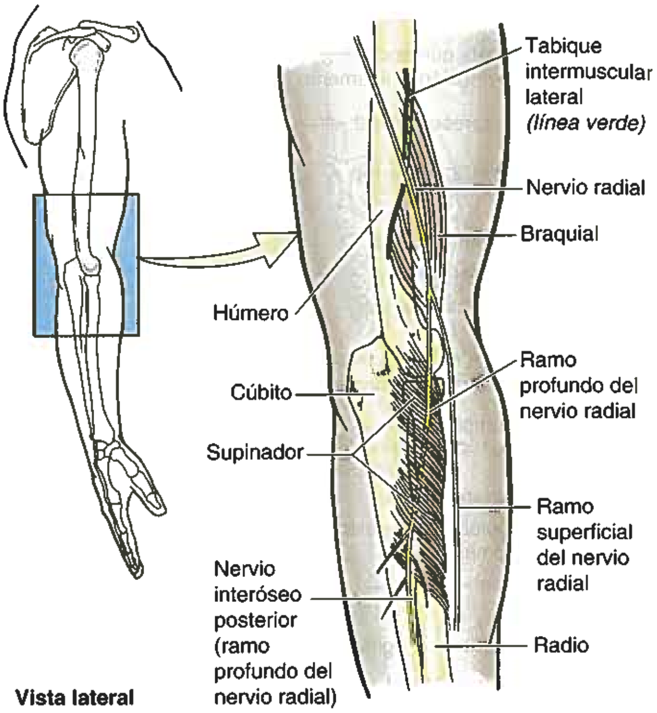

Tabique intermuscular lateral (línea verde)
Nervio radial
Braquial
Húmero
Cúbito
Ramo profundo del nervio radial
Supinador
Ramo superficial del nervio radial
Nervio interóseo posterior (ramo profundo del nervio radial)
Radio
Vista lateral

FIGURA 6-64. Relación del nervio radial con los músculos braquial y supinador. En la fosa del codo, lateral al braquial, el nervio radial se divide en ramos profundo (motor) y superficial (sensitivo). El ramo profundo penetra el músculo supinador y emerge en el compartimiento posterior del antebrazo como nervio interóseo posterior. Se une a la arteria del mismo nombre para discurrir en un plano entre los extensores superficiales y profundos del antebrazo.

Supinador. El **supinador** se encuentra en profundidad en la fosa del codo y, junto con el braquial, forma su suelo (figs. 6-60A y B, 6-61B y 6-64). Este músculo, similar a una lámina, sigue un trayecto espiral en dirección medial y distal desde su origen osteofibroso continuo, y envuelve el cuello y la parte proximal del cuerpo del radio. El ramo profundo del nervio radial pasa entre sus fibras y las separa en una parte superficial y una profunda, cuando se dirige desde la fosa del codo hasta la parte posterior del brazo. Cuando sale del músculo y se une a la arteria interósea posterior se puede denominar nervio interóseo posterior.

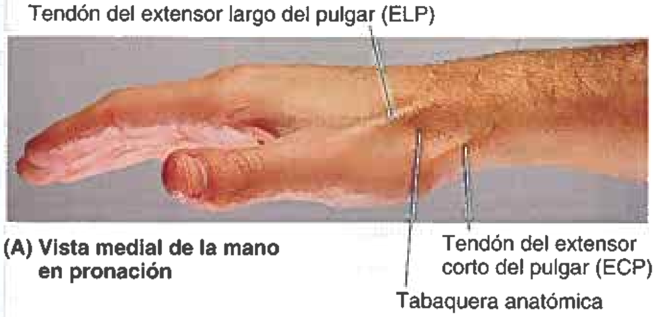
El *supinador es el principal motor en la supinación lenta y sin oposición,* especialmente cuando el antebrazo se encuentra en extensión. El bíceps braquial también supina el antebrazo y es el principal motor de este movimiento cuando es rápido, potente y contra resistencia, y el antebrazo se encuentra flexionado (p. ej., cuando una persona diestra atornilla).

Los **extensores profundos del antebrazo** actúan sobre el pulgar (abductor largo del pulgar, extensor largo del pulgar y extensor corto del pulgar) y sobre el dedo índice (extensor del índice) (figs. 6-60 a 6-62; tabla 6-11). Los tres músculos que actúan sobre el pulgar son profundos respecto a los extensores superficiales y emergen de un surco situado en la parte lateral del antebrazo que divide a los extensores. Debido a esta característica, en ocasiones se denominan *músculos emergentes del pulgar* (fig. 6-61A).

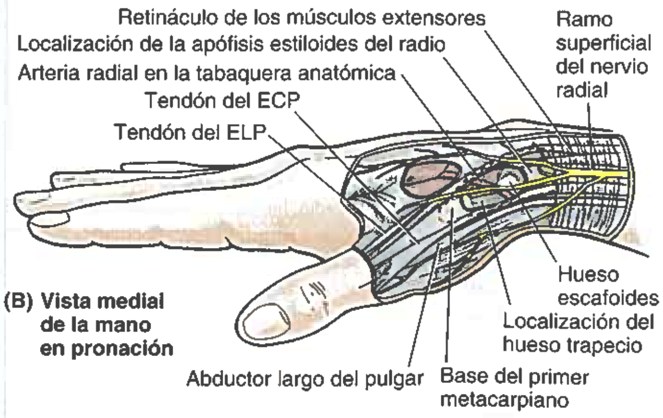
Abductor largo del pulgar. El **abductor largo del pulgar** tiene un vientre largo y fusiforme justo en situación distal al supinador y en contacto estrecho con el extensor corto del pulgar. En general, su tendón y en ocasiones su vientre se dividen en dos partes, una de las cuales se puede insertar en el trapecio en lugar de en su localización habitual en la base del 1.^{er} metacarpiano. El abductor largo del pulgar actúa junto con el abductor corto del pulgar en la abducción del pulgar, y con los músculos extensores del pulgar en la extensión de dicho dedo. Aunque se encuentra situado en profundidad, el abductor largo del pulgar sale del carpo como uno de los músculos emergentes. Su tendón pasa junto con el tendón del extensor corto del pulgar, en profundidad respecto al retináculo de los músculos extensores y dentro de la **vaina tendinosa del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar.**

Para explorar el abductor largo del pulgar, el sujeto debe abducir el pulgar contra resistencia en la articulación metacarpofalángica. Con esta maniobra se puede ver y palpar su tendón en la cara lateral de la *tabaquera anatómica,* y en la cara lateral del adyacente tendón del extensor corto del pulgar, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Extensor corto del pulgar. El vientre del **extensor corto del pulgar** es fusiforme y se sitúa distalmente en relación con el abductor largo del pulgar, que lo recubre parcialmente. Su tendón es paralelo e inmediatamente medial al del abductor largo del pulgar, pero llega más lejos, ya que alcanza la base de la falange proximal (figura 6-62). Cuando continúa su acción después de haber flexionado la falange proximal del pulgar, o cuando actúa estando dicha articulación fijada por sus antagonistas, ayuda a extender el 1.^{er} metacarpiano y a extender y abducir la mano. Cuando el pulgar se encuentra en extensión completa, se puede observar una depresión denominada *tabaquera anatómica* en la cara radial del cuerpo (fig. 6-65).


Tendón del extensor largo del pulgar (ELP)
Tendón del extensor corto del pulgar (ECP)
Tabaquera anatómica

(A) Vista medial de la mano en pronación


Retináculo de los músculos extensores
Localización de la apófisis estiloides del radio
Arteria radial en la tabaquera anatómica
Tendón del ECP
Tendón del ELP
Ramo superficial del nervio radial
Hueso escafoides
Localización del hueso trapecio
Abductor largo del pulgar
Base del primer metacarpiano

(B) Vista medial de la mano en pronación

FIGURA 6-65. Tabaquera anatómica. A. Cuando está extendido el pulgar, aparece una depresión triangular entre el tendón del extensor largo del pulgar medialmente y los tendones del extensor corto del pulgar y el abductor largo del pulgar lateralmente. **B.** Por el suelo de la tabaquera anatómica, formado por los huesos escafoides y trapecio, cruza la arteria radial que pasa diagonalmente desde la cara anterior del radio hasta la cara dorsal de la mano.

Para explorar el extensor corto del pulgar, el sujeto debe extender el pulgar contra resistencia en la articulación metacarpofalángica. Con esta maniobra se puede ver y palpar su tendón en la cara lateral de la tabaquera anatómica y en la cara medial del adyacente tendón del abductor largo del pulgar, siempre y cuando sus movimientos sean normales (figs. 6-61 y 6-62).

Extensor largo del pulgar. El **extensor largo del pulgar** es más grande y tiene un tendón más largo que el extensor corto del pulgar. Su tendón pasa por debajo del retináculo de los músculos extensores en su propio túnel, dentro de la **vaina tendinosa del extensor largo del pulgar,** medialmente al tubérculo dorsal del radio. Utiliza al tubérculo como tróclea (polea) para cambiar su dirección de tracción cuando se dirige a la base de la falange distal del pulgar. La separación que se crea entre los largos tendones extensores del pulgar es la *tabaquera anatómica.* Aparte de sus principales acciones (tabla 6-11), el extensor largo del pulgar también aduce el pulgar cuando está extendido, y lo rota lateralmente.

Para explorar el extensor largo del pulgar, el sujeto debe extender el pulgar contra resistencia en la articulación interfalángica. Con esta maniobra se puede ver y palpar su tendón en el lado medial de la tabaquera anatómica, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Los tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar limitan la **tabaquera anatómica** anteriormente, y el tendón del extensor largo del pulgar lo hace posteriormente (figuras 6-61, 6-62 y 6-65). La tabaquera anatómica es visible cuando el pulgar se encuentra en extensión completa; en esta posición se retraen los tendones hacia arriba y se forma una cavidad triangular entre ellos. Obsérvese que:

- La *arteria radial* se sitúa en el suelo de la tabaquera anatómica.
- La *apófisis estiloides del radio* y la base del 1.^{er} metacarpiano se pueden palpar en los extremos proximal y distal, respectivamente, de la tabaquera anatómica.
- El *escafoides* y el *trapecio* se pueden palpar en el suelo de la tabaquera anatómica entre la apófisis estiloides del radio y el 1.^{er} metacarpiano (v. el cuadro azul «Fractura del escafoides», p. 686).

Extensor del índice. El **extensor del índice** tiene un vientre estrecho y alargado que se sitúa medialmente y a lo largo del extensor largo del pulgar (figs. 6-61 y 6-62). Este músculo confiere independencia al índice, ya que puede actuar por separado o junto con el extensor de los dedos para extender el índice en la articulación interfalángica proximal, tal y como sucede cuando se señala. También participa en la extensión de la mano.

Arterias del antebrazo

Las principales arterias del antebrazo son las arterias cubital y radial, que normalmente se originan en oposición al cuello del radio en la parte inferior de la fosa del codo, como ramas terminales de la arteria braquial (fig. 6-66). Las arterias del antebrazo dotadas de nombre se muestran en la figura 6-67, y sus orígenes y

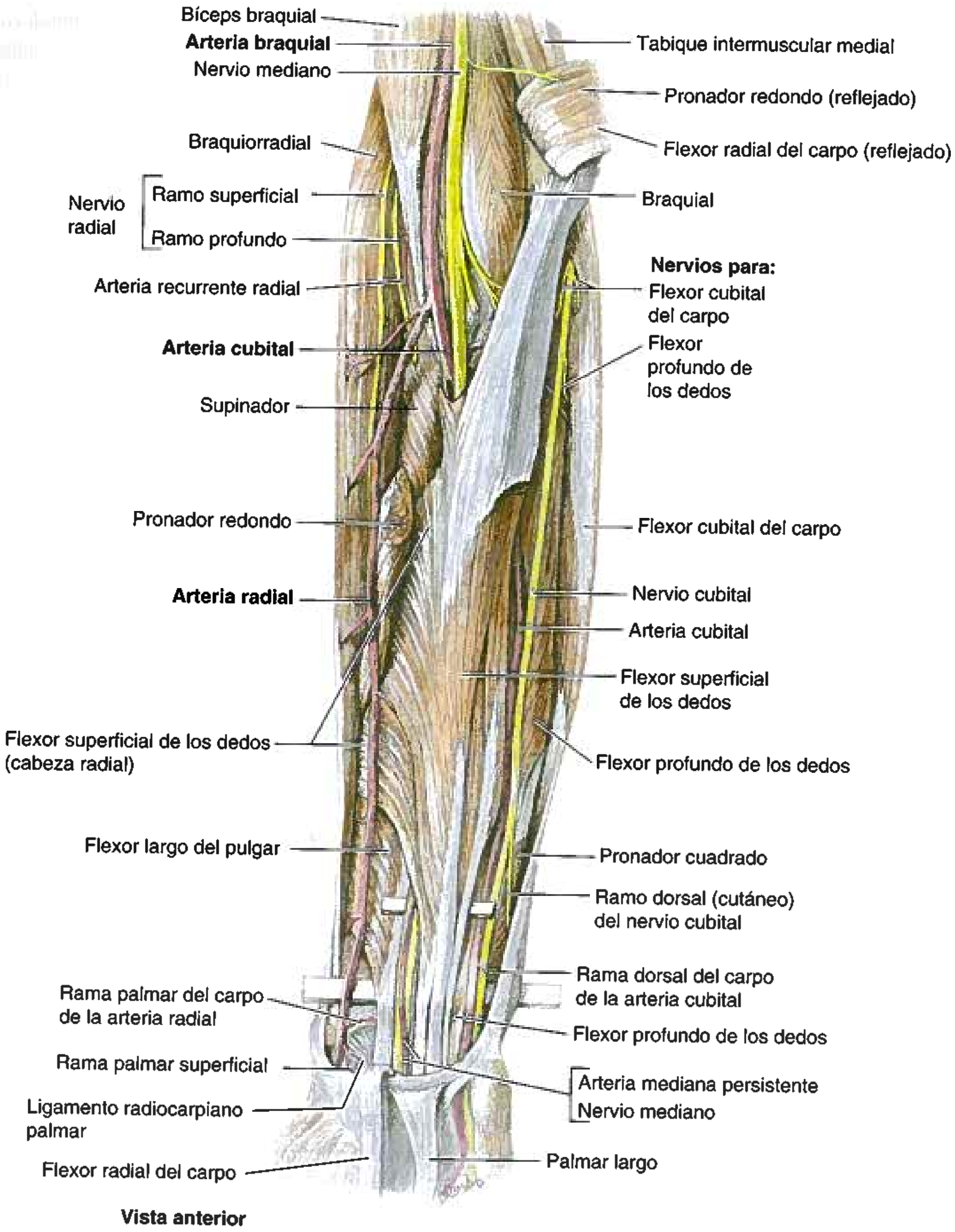

Bíceps braquial
Arteria braquial
Nervio mediano
Braquiorradial
Nervio radial
Ramo superficial
Ramo profundo
Arteria recurrente radial
Arteria cubital
Supinador
Pronador redondo
Arteria radial
Flexor superficial de los dedos (cabeza radial)
Flexor largo del pulgar
Rama palmar del carpo de la arteria radial
Rama palmar superficial
Ligamento radiocarpiano palmar
Flexor radial del carpo
Tabique intermuscular medial
Pronador redondo (reflejado)
Flexor radial del carpo (reflejado)
Braquial
Nervios para:
Flexor cubital del carpo
Flexor profundo de los dedos
Flexor cubital del carpo
Nervio cubital
Arteria cubital
Flexor superficial de los dedos
Flexor profundo de los dedos
Pronador cuadrado
Ramo dorsal (cutáneo) del nervio cubital
Rama dorsal del carpo de la arteria cubital
Flexor profundo de los dedos
Arteria mediana persistente
Nervio mediano
Palmar largo
Vista anterior

FIGURA 6-66. Flexor superficial de los dedos y relaciones vasculares. Se han extirpado tres músculos de la capa superficial (pronador redondo, flexor radial del carpo y palmar largo), dejando únicamente sus extremos de inserción; el cuarto músculo de la capa (el flexor cubital del carpo) se ha retraído medialmente. La inserción humeral tendinosa del flexor superficial de los dedos en el epicóndilo medial es gruesa; la inserción lineal en el radio, inmediatamente distal a las inserciones radiales del supinador y del pronador redondo, es delgada (tabla 6-10). La arteria cubital y el nervio mediano pasan entre las cabezas humeral y radial del flexor superficial de los dedos. La arteria desciende oblicuamente profunda al flexor superficial de los dedos para unirse al nervio cubital, el cual desciende verticalmente cerca del borde medial del flexor superficial de los dedos (expuesto aquí al separar la fusión de éste y el flexor cubital del carpo). Una sonda (proximal) eleva los tendones del flexor superficial de los dedos (y el nervio mediano y la arteria mediana persistente). Una segunda sonda (distal) eleva todas las demás estructuras que atraviesan anteriormente la articulación radiocarpiana.

trayectos se describen en la tabla 6-12. A continuación se exponen detalles adicionales.

ARTERIA CUBITAL

Las pulsaciones de la **arteria cubital** se pueden palpar en la cara lateral del tendón del flexor cubital del carpo, donde pasa por delante de la cabeza del cúbito. El nervio cubital se sitúa en el lado medial de la arteria cubital. En el antebrazo se forman ramas de la arteria cubital que participan en las anastomosis periarticulares del codo (fig. 6-67, vista palmar) e irrigan músculos del antebrazo medial y central, la vaina común de los músculos flexores, y los nervios cubital y mediano.

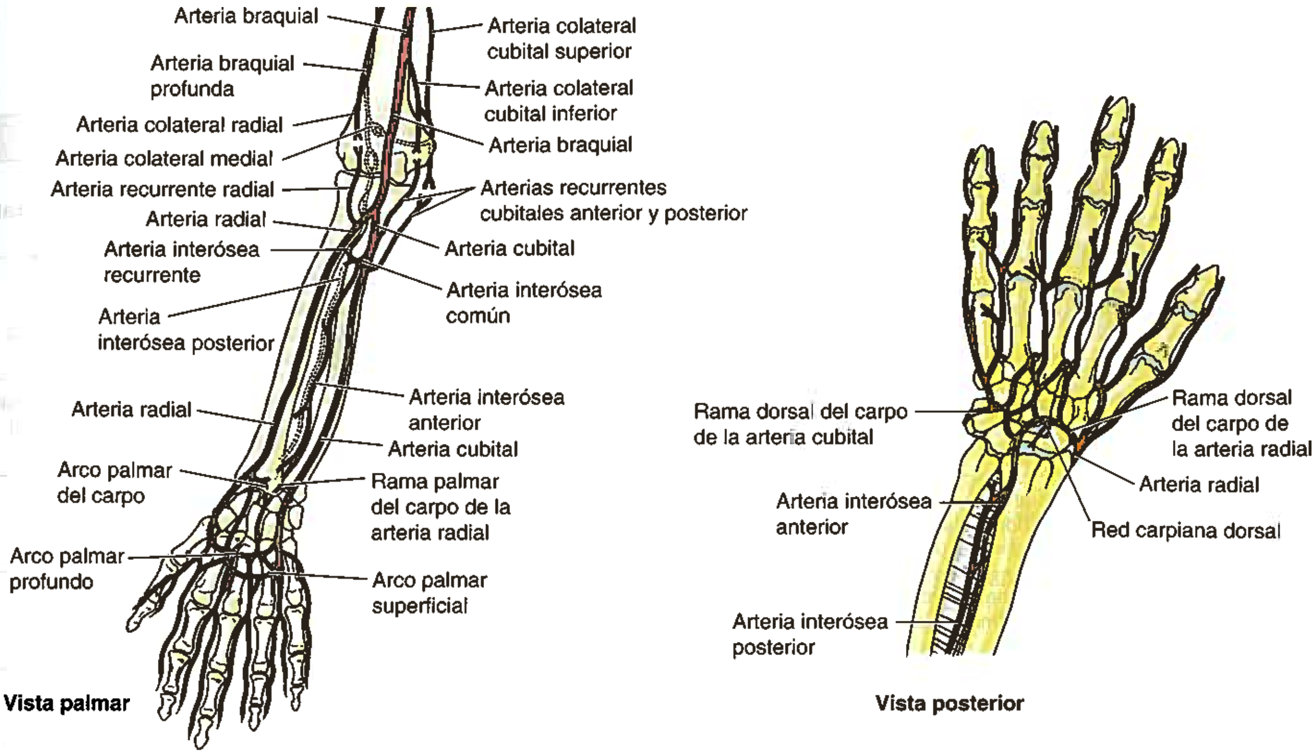

Arteria braquial
Arteria braquial profunda
Arteria colateral radial
Arteria colateral medial
Arteria recurrente radial
Arteria radial
Arteria interósea recurrente
Arteria interósea posterior
Arteria radial
Arco palmar del carpo
Arco palmar profundo
Vista palmar
Arteria colateral cubital superior
Arteria colateral cubital inferior
Arteria braquial
Arterias recurrentes cubitales anterior y posterior
Arteria cubital
Arteria interósea común
Arteria interósea anterior
Arteria cubital
Rama palmar del carpo de la arteria radial
Arco palmar superficial
Rama dorsal del carpo de la arteria cubital
Arteria interósea anterior
Arteria interósea posterior
Rama dorsal del carpo de la arteria radial
Arteria radial
Red carpiana dorsal
Vista posterior

FIGURA 6-67. Arterias del antebrazo.

TABLA 6-12. ARTERIAS DEL ANTEBRAZO Y EL CARPO

Arteria	Origen	Recorrido en el antebrazo
Cubital	Rama terminal más grande de la arteria braquial en la fosa del codo	Desciende inferomedial y luego directamente inferior, profunda a las capas superficial (pronador redondo y palmar largo) e intermedia (flexor superficial de los dedos) de músculos flexores para alcanzar el lado medial del antebrazo; pasa superficial al retináculo de los músculos flexores en la muñeca, en el conducto cubital (de Guyon) para entrar en la mano
Arteria recurrente cubital anterior	Arteria cubital, justo distal a la articulación del codo	Discurre superiormente entre el braquial y el pronador redondo, irrigando a ambos; luego se anastomosa con la arteria colateral cubital inferior, anterior al epicóndilo medial (fig. 6-67, vista palmar)
Arteria recurrente cubital posterior	Arteria cubital, distal a la arteria recurrente cubital anterior	Discurre superiormente, posterior al epicóndilo medial y profunda al tendón del flexor cubital del carpo; luego se anastomosa con la arteria colateral cubital superior
Interósea común	Arteria cubital en la fosa del codo, distal a la bifurcación de la arteria braquial	Discurre lateral y profundamente, y enseguida termina dividiéndose en arterias interóseas anterior y posterior
Interósea anterior	Como ramas terminales de la arteria interósea común, entre el radio y el cúbito	Discurre distalmente sobre la cara anterior de la membrana interósea hacia el borde proximal del pronador cuadrado; atraviesa la membrana y se continúa distalmente para unirse a la red carpiana dorsal en la cara posterior de la membrana interósea
Interósea posterior		Pasa hacia la cara posterior de la membrana interósea y da origen a la arteria interósea recurrente; discurre distalmente entre los músculos extensores superficiales y profundos, irrigándolos; es sustituida distalmente por la arteria interósea anterior
Interósea recurrente	Arteria interósea posterior, entre el radio y el cúbito	Discurre superiormente, posterior a la articulación radiocubital proximal y al cóndilo, para anastomosarse con la arteria colateral media (de la arteria braquial profunda)
Rama palmar del carpo	Arteria cubital en la parte distal del antebrazo	Discurre a través de la cara anterior del carpo, profunda a los tendones del flexor profundo de los dedos, para anastomosarse con la rama palmar del carpo de la arteria radial y formar el arco palmar del carpo

(continúa)

TABLA 6-12. ARTERIAS DEL ANTEBRAZO Y EL CARPO *(Continuación)*

Arteria	Origen	Recorrido en el antebrazo
Rama dorsal del carpo	Arteria cubital, proximal al pisiforme	Pasa a través de la cara dorsal del carpo, profunda a los tendones de los extensores, para anastomosarse con la rama dorsal del carpo de la arteria radial y formar el arco dorsal del carpo
Radial	Como rama terminal más pequeña de la arteria braquial en la fosa del codo	Discurre inferolateralmente cubierta por el braquiorradial; se sitúa lateral al tendón del flexor radial del carpo en la parte distal del antebrazo; se enrolla alrededor de la cara lateral del radio y cruza el suelo de la tabaquera anatómica para atravesar el primer músculo interóseo dorsal
Recurrente radial	Lado lateral de la arteria radial, justo distal a la bifurcación de la arteria braquial	Asciende entre el braquiorradial y el braquial, e irriga ambos (y la articulación del codo); luego se anastomosa con la arteria colateral radial (de la arteria braquial profunda)
Rama palmar del carpo	Parte distal de la arteria radial, cerca del borde distal del pronador cuadrado	Discurre a través de la cara anterior del carpo profunda a los tendones de los músculos flexores para anastomosarse con la rama palmar del carpo de la arteria cubital y formar el arco palmar del carpo
Rama dorsal del carpo	Parte distal de la arteria radial, en la parte proximal de la tabaquera anatómica	Discurre medialmente a través del carpo, profunda a los tendones del pulgar y extensores radiales, se anastomosa con la rama dorsal del carpo de la arteria cubital y forma el arco dorsal del carpo

- Las *arterias recurrentes cubitales anterior y posterior* se anastomosan con las arterias colaterales cubitales inferior y superior, respectivamente, con lo que participan en las anastomosis arteriales periarticulares del codo. Las arterias anterior y posterior pueden estar presentes como ramas anterior y posterior de una arteria recurrente cubital (común).
- La *arteria interósea común*, una rama corta de la arteria cubital, se origina en la parte distal de la fosa del codo y se divide casi inmediatamente en las arterias interóseas anterior y posterior.
- La *arteria interósea anterior* discurre distalmente, directamente sobre la cara anterior de la membrana interósea y junto con el nervio interóseo anterior, mientras que la *arteria interósea posterior* lo hace entre las capas superficial y profunda de los músculos extensores en compañía del nervio interóseo posterior. La relativamente pequeña arteria interósea posterior es la principal fuente de irrigación para las estructuras del tercio medio del compartimiento posterior. En consecuencia, cuando llega al antebrazo distal ya está prácticamente agotada y su función la tiene que asumir la arteria interósea anterior, que perfora la membrana interósea cerca del borde proximal del pronador cuadrado.
- *Ramas musculares de la arteria cubital* innominadas irrigan músculos del lado medial del antebrazo, en particular los del grupo flexor-pronador.

ARTERIA RADIAL

Las pulsaciones de la **arteria radial** se pueden notar en toda la longitud del antebrazo, lo cual la convierte en un útil elemento demarcador de los compartimientos flexor y extensor del antebrazo. Cuando se desplaza lateralmente el braquiorradial se puede visualizar la arteria en toda su longitud (figs. 6-66 y 6-67; tabla 6-12). La arteria radial descansa bajo el músculo hasta que alcanza la parte distal del antebrazo. Allí pasa a situarse sobre la cara anterior del radio recubierta sólo por la piel y la fascia; gracias a ello, esta localización es ideal para tomar el pulso radial.

El trayecto de la arteria radial en el antebrazo está representado por una línea que une el punto medio de la fosa del codo con un punto situado justo medialmente a la apófisis estiloides del radio. Cuando la arteria radial deja el antebrazo, gira alrededor de la cara lateral del carpo y cruza el suelo de la tabaquera anatómica (figs. 6-65 y 6-66).

- La *arteria recurrente radial* participa en las anastomosis arteriales periarticulares de alrededor del codo, ya que se une a la *arteria colateral radial*, una rama de la arteria braquial profunda.
- Las *ramas palmar y dorsal del carpo de la arteria radial* participan en las anastomosis arteriales periarticulares del carpo, ya que se unen con las ramas correspondientes de la arteria cubital y con ramas terminales de las arterias interóseas anterior y posterior para formar los arcos palmar y dorsal del carpo.
- Las *ramas musculares de la arteria radial* innominadas irrigan músculos de las caras adyacentes (anterolaterales) de los compartimientos flexor y extensor, ya que la arteria radial discurre a lo largo de (y demarcando) el límite anterolateral entre ambos compartimientos.

Venas del antebrazo

Al igual que en el brazo, en el antebrazo existen venas superficiales y profundas. Las venas superficiales ascienden por el tejido subcutáneo, y las profundas acompañan a las arterias profundas del antebrazo.

VENAS SUPERFICIALES

El patrón, las variaciones habituales y la relevancia clínica de las venas superficiales del miembro superior ya se han expuesto previamente en este capítulo (p. 689).

VENAS PROFUNDAS

El antebrazo es rico en venas profundas que acompañan a las arterias (fig. 6-68). Estas venas satélites se originan en el **arco venoso**

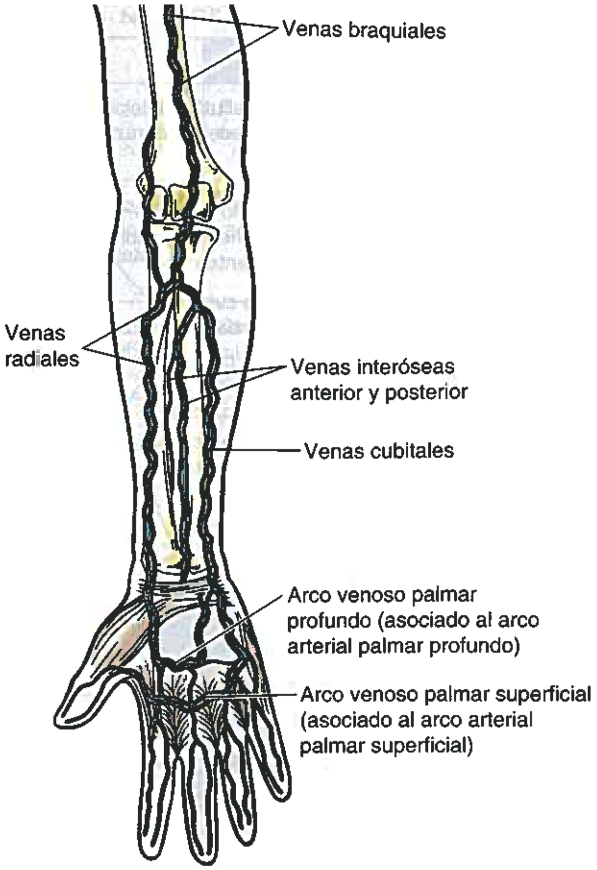

Venas braquiales
Venas radiales
Venas interóseas anterior y posterior
Venas cubitales
Arco venoso palmar profundo (asociado al arco arterial palmar profundo)
Arco venoso palmar superficial (asociado al arco arterial palmar superficial)

FIGURA 6-68. **Drenaje venoso profundo del miembro superior.**

palmar profundo anastomótico de la mano. De la cara lateral del arco se originan **venas radiales** pares que acompañan a la arteria radial; de la cara medial se originan **venas cubitales** pares que acompañan a la arteria cubital. Las venas que acompañan a cada arteria se anastomosan libremente entre sí. Las venas radiales y cubitales drenan el antebrazo, pero canalizan una cantidad relativamente pequeña de sangre procedente de la mano.

Las venas profundas ascienden por el antebrazo a lo largo de los lados de las correspondientes arterias, y en su trayecto reciben tributarias procedentes de los músculos con los cuales se relacionan. Las venas profundas se comunican con las superficiales. Las **venas interóseas** profundas, que acompañan a las arterias interóseas, se unen con las venas satélites de las arterias radial y cubital. En la fosa del codo, las venas profundas se conectan con la *vena mediana cubital*, que es un vaso superficial. Estas venas cubitales profundas también se unen con las venas satélites de la arteria braquial.

Nervios del antebrazo

Los nervios del antebrazo son el mediano, el cubital y el radial. El nervio mediano es el principal nervio del compartimiento anterior (flexor-pronador) del antebrazo (figs. 6-57B y 6-69A). Aunque el nervio radial pasa inicialmente por la región del codo, pronto entra en el compartimiento posterior (extensor-supinador) del antebrazo. Aparte de los ramos cutáneos, sólo existen dos nervios en la cara anterior del antebrazo: el mediano y el cubital. Los nervios dotados de nombre del antebrazo se ilustran en la figura 6-69, y sus orígenes y cursos se describen en la tabla 6-13. En las siguientes secciones se ofrecen detalles adicionales y se comentan los ramos innominados.

NERVIO MEDIANO EN EL ANTEBRAZO

El *nervio mediano* es el principal nervio del compartimiento anterior del antebrazo (figs. 6-69A y 6-70; tabla 6-13). Aporta ramos musculares directos para los músculos de las capas superficial e intermedia de flexores del antebrazo (con la excepción del flexor cubital del carpo), y un ramo, el nervio interóseo anterior, para los músculos profundos (con la excepción de la mitad medial [cubital] del flexor profundo de los dedos).

Dejando aparte las pequeñas derivaciones que se dirigen a la arteria braquial, el nervio mediano no tiene ramos en el brazo. En el antebrazo, su principal ramo es el nervio interóseo anterior (fig. 6-69A; tabla 6-13), pero también da origen a los siguientes ramos innominados:

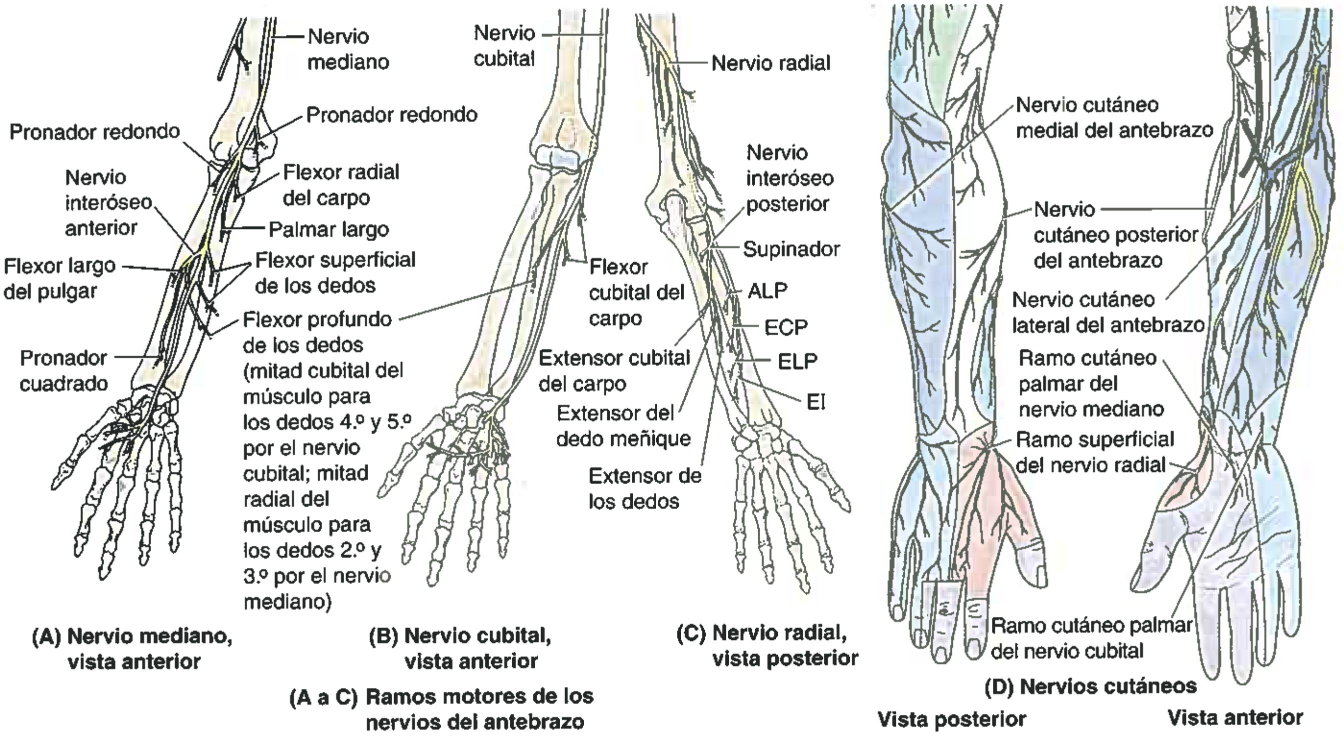
- *Ramos articulares:* dirigidos a la articulación del codo cuando el nervio mediano pasa por ella.
- *Ramos musculares:* el *nervio para el pronador redondo* se suele originar en el codo y entra por el borde lateral del músculo. Un grueso haz de nervios perfora el grupo superficial de músculos flexores e inerva al flexor radial del carpo, el palmar largo y el flexor superficial de los dedos.
- *Nervio interóseo anterior:* dirigido distalmente por encima de la membrana interósea y junto con la rama interósea anterior de la arteria cubital. Tras inervar los flexores profundos del antebrazo (con excepción de la parte cubital del flexor profundo de los dedos, que envía tendones para los dedos 4.° y 5.°), penetra en capas profundas para inervar el pronador cuadrado y, finalmente, enviar ramos articulares para el carpo.
- *Ramo cutáneo palmar del nervio mediano:* originado en el antebrazo, justo en situación proximal al retináculo de los músculos flexores, pero se distribuye por la piel de la parte central de la palma.

NERVIO CUBITAL EN EL ANTEBRAZO

Al igual que el mediano, el *nervio cubital* no emite ramos en su trayecto a lo largo del brazo. En el antebrazo sólo inerva un músculo y medio: el flexor cubital del carpo (cuando entra en el antebrazo pasando entre las dos cabezas de su inserción proximal) y la parte cubital del flexor profundo de los dedos, que envía tendones a los dedos 4.° y 5.° (fig. 6-69B; tabla 6-13). El nervio y la arteria cubitales emergen por debajo del tendón del flexor cubital del carpo y se vuelven superficiales justo proximalmente al carpo. Discurren superficialmente respecto al retináculo de los músculos flexores y pasan por un surco situado entre el pisiforme y el gancho del ganchoso para entrar en la mano.

Una banda de tejido fibroso procedente del retináculo de los músculos flexores recubre el citado surco para formar el pequeño **conducto cubital** (canal o conducto de Guyon) (fig. 6-70B). Entre los ramos que aporta el nervio cubital en el antebrazo se cuentan ramos articulares y musculares innominados, y ramos cutáneos que se dirigen hacia la mano:

(El texto continúa en p. 764)


Nervio mediano
Pronador redondo
Pronador redondo
Nervio interóseo anterior
Flexor radial del carpo
Palmar largo
Flexor largo del pulgar
Flexor superficial de los dedos
Flexor profundo de los dedos (mitad cubital del músculo para los dedos 4.º y 5.º por el nervio cubital; mitad radial del músculo para los dedos 2.º y 3.º por el nervio mediano)
Pronador cuadrado
Nervio cubital
Flexor cubital del carpo
Nervio radial
Nervio interóseo posterior
Supinador
ALP
ECP
ELP
EI
Extensor cubital del carpo
Extensor del dedo meñique
Extensor de los dedos
Nervio cutáneo medial del antebrazo
Nervio cutáneo posterior del antebrazo
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Ramo cutáneo palmar del nervio mediano
Ramo superficial del nervio radial
Ramo cutáneo palmar del nervio cubital
Vista posterior
Vista anterior

(A) Nervio mediano, vista anterior

(B) Nervio cubital, vista anterior

(C) Nervio radial, vista posterior

(A a C) Ramos motores de los nervios del antebrazo

(D) Nervios cutáneos

FIGURA 6-69. **Nervios del antebrazo.** ALP, abductor largo del pulgar; ECP, extensor corto del pulgar; EI, extensor del índice; ELP, extensor largo del pulgar.

TABLA 6-13. NERVIOS DEL ANTEBRAZO

Nervio	Origen	Recorrido en el antebrazo
Mediano	Mediante la unión de la raíz lateral del nervio mediano (C6, C7, del fascículo lateral del plexo braquial) con la raíz medial (C8, T1, del fascículo medial)	Entra en la fosa del codo medial a la arteria braquial; al salir, pasa entre las cabezas del pronador redondo; desciende en el plano fascial entre los flexores superficial y profundo de los dedos; discurre profundo al tendón del palmar largo cuando se aproxima al retináculo de los músculos flexores para atravesar el conducto (túnel) carpiano
Interóseo anterior	Nervio mediano en la porción distal de la fosa del codo	Desciende sobre la cara anterior de la membrana interósea con la arteria del mismo nombre, entre el flexor profundo de los dedos y el flexor largo del pulgar, para pasar profundo al pronador cuadrado
Ramo cutáneo palmar del nervio mediano	Nervio mediano, porción media a distal del antebrazo, proximal al retináculo de los músculos flexores	Pasa superficial al retináculo de los músculos flexores para alcanzar la piel de la parte central de la palma
Cubital	Ramo terminal más grande del fascículo medial del plexo braquial (C8, T1, a menudo recibe fibras de C7)	Entra en el antebrazo y pasa entre las cabezas del flexor cubital del carpo, después de pasar posterior al epicóndilo medial del húmero; desciende por el antebrazo entre el flexor cubital del carpo y el flexor profundo de los dedos; se hace superficial en la parte distal del antebrazo
Ramo cutáneo palmar del nervio cubital	Nervio cubital cerca de la mitad del antebrazo	Desciende anterior a la arteria cubital; perfora la fascia profunda en la parte distal del antebrazo; discurre en el tejido subcutáneo hacia la piel de la palma medial al eje del 4.º dedo
Ramo cutáneo dorsal del nervio cubital	Nervio cubital en la mitad distal del antebrazo	Pasa posteroinferiormente entre el cúbito y el flexor cubital del carpo; entra en el tejido subcutáneo para inervar la piel del dorso medial al eje del 4.º dedo
Radial	Ramo terminal más grande del fascículo posterior del plexo braquial (C5-T1)	Entra en la fosa del codo entre el braquiorradial y el braquial; anterior al epicóndilo lateral, se divide en ramos terminales superficial y profundo
Nervio cutáneo posterior del antebrazo	Nervio radial, cuando atraviesa el surco del nervio radial en la cara posterior del húmero	Perfora la cabeza lateral del tríceps braquial; desciende a lo largo del lado lateral del brazo y la cara posterior del antebrazo hasta el carpo

TABLA 6-13. NERVIOS DEL ANTEBRAZO *(Continuación)*

Nervio	Origen	Recorrido en el antebrazo
Ramo superficial del nervio radial	Ramo terminal sensitivo del nervio radial, en la fosa del codo	Desciende entre el pronador redondo y el braquiorradial, y emerge de este último para ramificarse sobre la tabaquera anatómica e inervar la piel del dorso, lateral al eje del 4.° dedo
Ramo profundo del radial/nervio interóseo posterior	Ramo terminal motor del nervio radial, en la fosa del codo	El ramo profundo sale de la fosa del codo y se incurva alrededor del cuello del radio, atravesando e inervando el supinador; emerge en el compartimiento posterior del antebrazo como nervio interóseo posterior; desciende sobre la membrana interósea con la arteria del mismo nombre
Nervio cutáneo lateral del antebrazo	Continuación del nervio musculocutáneo distal a los ramos musculares	Emerge lateral al bíceps braquial sobre el braquial, y discurre inicialmente con la vena cefálica; desciende a lo largo del borde lateral del antebrazo hasta el carpo
Nervio cutáneo medial del antebrazo	Fascículo medial del plexo braquial, recibiendo fibras de C8 y T1	Perfora la fascia profunda del brazo con la vena basílica, proximal a la fosa del codo; desciende por la cara medial del antebrazo en el tejido subcutáneo hasta el carpo

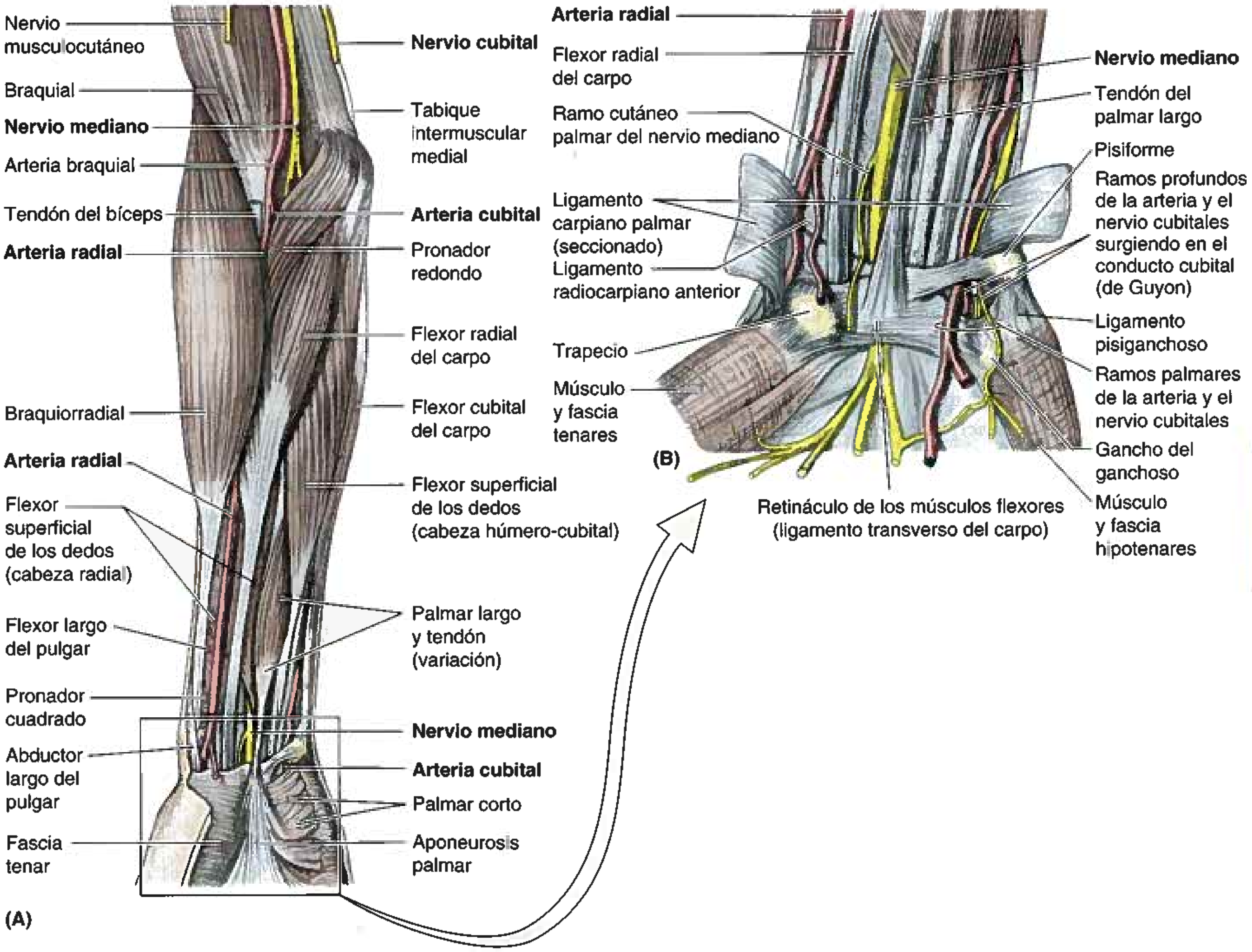

Nervio musculocutáneo
Braquial
Nervio mediano
Arteria braquial
Tendón del bíceps
Arteria radial
Braquiorradial
Arteria radial
Flexor superficial de los dedos (cabeza radial)
Flexor largo del pulgar
Pronador cuadrado
Abductor largo del pulgar
Fascia tenar
(A)
Nervio cubital
Tabique intermuscular medial
Arteria cubital
Pronador redondo
Flexor radial del carpo
Flexor cubital del carpo
Flexor superficial de los dedos (cabeza húmero-cubital)
Palmar largo y tendón (variación)
Nervio mediano
Arteria cubital
Palmar corto
Aponeurosis palmar
Arteria radial
Flexor radial del carpo
Ramo cutáneo palmar del nervio mediano
Ligamento carpiano palmar (seccionado)
Ligamento radiocarpiano anterior
Trapecio
Músculo y fascia tenares
(B)
Retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo)
Nervio mediano
Tendón del palmar largo
Pisiforme
Ramos profundos de la arteria y el nervio cubitales surgiendo en el conducto cubital (de Guyon)
Ligamento pisiganchoso
Ramos palmares de la arteria y el nervio cubitales
Gancho del ganchoso
Músculo y fascia hipotenares

FIGURA 6-70. **Estructuras vasculonerviosas de la cara anterior del antebrazo y la muñeca. A.** En el codo, la arteria braquial se sitúa entre el tendón del bíceps y el nervio mediano. Se bifurca en las arterias radial y cubital. En el antebrazo, la arteria radial discurre entre los grupos musculares flexor y extensor. **B.** Disección profunda de la porción distal del antebrazo y la porción proximal de la mano que muestra el recorrido de las arterias y los nervios.

- Los *ramos articulares* se dirigen hacia la articulación del codo cuando el nervio pasa entre el olécranon y el epicóndilo medial.
- Los *ramos musculares* inervan el flexor cubital del carpo y la cara medial del flexor profundo de los dedos.
- Los *ramos cutáneos palmares y dorsales* se originan en el antebrazo, pero sus fibras sensitivas se distribuyen por la piel de la mano.

NERVIO RADIAL EN EL ANTEBRAZO

A diferencia del mediano y el cubital, el *nervio radial* ejerce funciones motoras y sensitivas tanto en el brazo como en el antebrazo (pero sólo sensitivas en la mano). No obstante, sus fibras sensitivas y motoras se distribuyen por el antebrazo a través de dos ramos separados: uno superficial (sensitivo o cutáneo) y uno profundo o nervio interóseo posterior (motor) (fig. 6-69C y D; tabla 6-13). La división en estos dos ramos terminales tiene lugar cuando el nervio radial llega a la fosa del codo, por delante del epicóndilo lateral del húmero, entre los músculos braquial y braquiorradial (fig. 6-64). Los dos ramos se separan inmediatamente, y el profundo rodea lateralmente el radio y perfora el supinador en su camino hacia el compartimiento posterior.

El *nervio cutáneo posterior del antebrazo* se origina del nervio radial en el compartimiento posterior del brazo, cuando éste discurre por el surco del nervio radial del húmero. Así pues, alcanza el antebrazo ya separado del nervio radial y luego desciende por el tejido subcutáneo de la cara posterior del antebrazo hasta el carpo, inervando la piel (fig. 6-69D).

El *ramo superficial del nervio radial* es también un nervio cutáneo, pero además aporta ramos articulares. Poco después de salir de debajo del braquiorradial y cruzar el techo de la tabaquera anatómica se ramifica para distribuirse por la piel del dorso de la mano y diversas articulaciones de la mano (fig. 6-65).

El *ramo profundo del nervio radial*, después de perforar el supinador, discurre por el plano fascial entre los músculos extensores superficiales y profundos; con frecuencia se denomina *nervio interóseo posterior* (figs. 6-64 y 6-69C). Proporciona inervación motora a todos los músculos con vientres carnosos que se localizan completamente en el compartimiento posterior del antebrazo (distales al epicóndilo lateral del húmero).

NERVIOS CUTÁNEOS LATERAL Y MEDIAL DEL ANTEBRAZO

El *nervio cutáneo lateral* del antebrazo es la continuación del nervio musculocutáneo una vez que este último ha emitido todos sus ramos motores para los músculos del compartimiento anterior del brazo, y el *nervio cutáneo medial del antebrazo* es un ramo independiente del fascículo medial del plexo braquial. Estos dos nervios más el *nervio cutáneo posterior del antebrazo*, procedente del nervio radial, proporcionan toda la inervación cutánea del antebrazo, cada uno de ellos al área de piel indicada por su nombre (fig. 6-69D). No existe ningún «nervio cutáneo anterior del antebrazo». (Es una situación similar a la que se observa en el plexo braquial, que está dotado de un fascículo lateral, uno medial y uno posterior, pero no tiene ninguno anterior.)

Aunque las arterias, las venas y los nervios del antebrazo se han descrito separadamente, es importante situarlos en su contexto anatómico. Excepto en el caso de las venas superficiales, que con frecuencia discurren de forma independiente por el tejido subcutáneo, estas estructuras suelen formar parte de paquetes vasculonerviosos compuestos por arterias, venas (en los miembros, normalmente en forma de venas satélites), nervios y vasos linfáticos, y en general están recubiertas por una vaina vasculonerviosa de densidad variable.

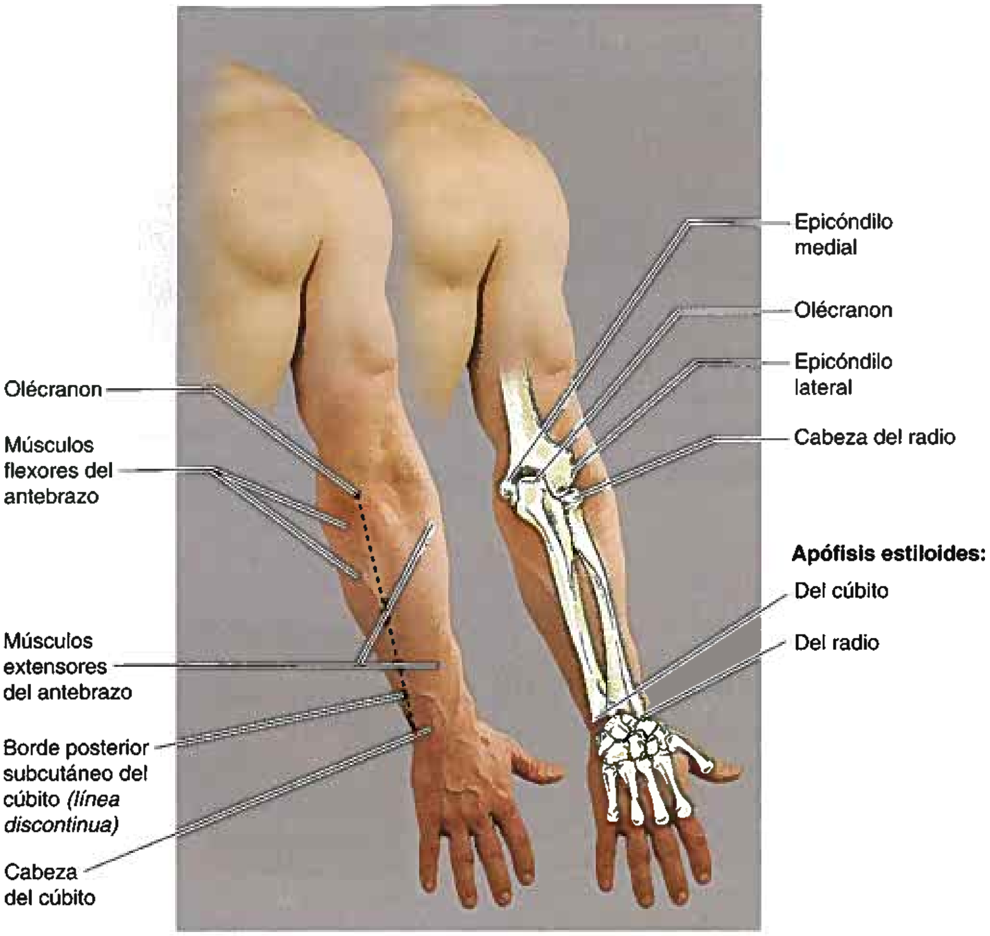
Anatomía de superficie del antebrazo

En el codo son fácilmente palpables tres puntos de referencia óseos: los *epicóndilos medial y lateral* del húmero, y el *olécranon* del cúbito (fig. 6-71). En el hueco localizado posterolateralmente cuando el antebrazo se encuentra en extensión, se puede palpar la *cabeza del radio* distalmente al epicóndilo lateral. Si se supina y prona el antebrazo se puede notar el movimiento de la cabeza del radio. **El borde posterior del cúbito** es subcutáneo y se puede palpar distalmente al olécranon en toda la longitud del hueso. Este punto de referencia configura el límite posteromedial que separa los compartimientos flexor-pronador (anterior) y extensor-supinador (posterior) del antebrazo.

La *fosa del codo* (el área triangular deprimida de la cara anterior del codo) está limitada medialmente por la prominencia formada por el *grupo de músculos flexores-pronadores*, que se insertan en el epicóndilo medial. Para determinar la posición de estos músculos en uno mismo, se debe situar el pulgar posteriormente al epicóndilo medial y luego situar los dedos en el antebrazo, tal como se muestra en la figura 6-72A. El *topo negro* en el dorso de la mano indica la posición del epicóndilo medial.

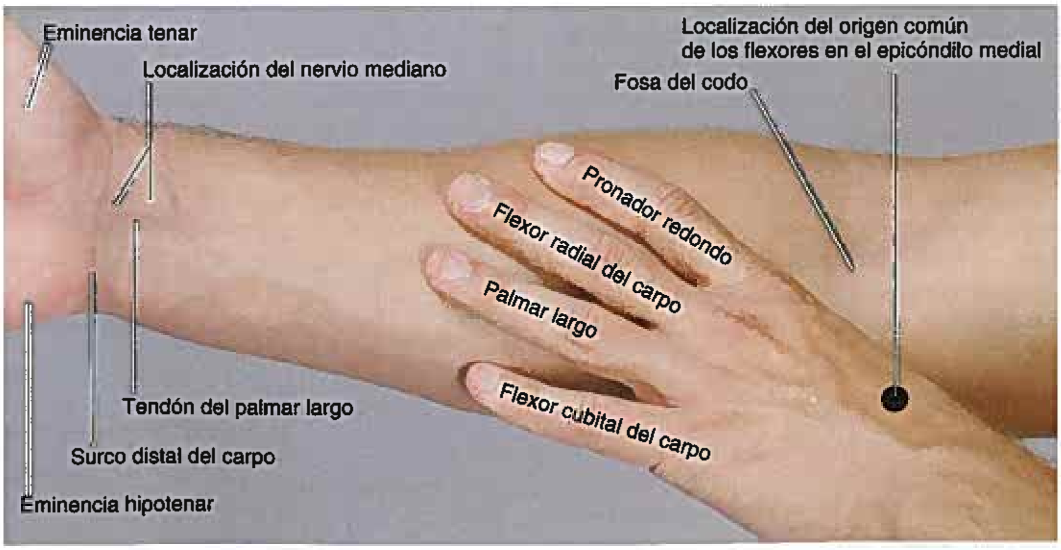
La fosa del codo está limitada lateralmente por la prominencia del *grupo de músculos extensores-supinadores*, que se insertan en el epicóndilo lateral (fig. 6-72B). Las pulsaciones de la arteria radial se pueden palpar en toda la longitud del antebrazo, ya que aquí sigue un trayecto superficial desde la fosa del codo hasta el carpo (anteriormente a la apófisis estiloides del radio), constituyendo el límite anterolateral que separa los compartimientos flexor-pronador y extensor-supinador del antebrazo.

La *cabeza del cúbito* es fácil de ver y palpar en su extremo distal. Adopta la forma de una prominencia redondeada en el carpo cuando la mano se encuentra en pronación. La *apófisis estiloides del cúbito* se puede palpar justo en situación distal en relación con la cabeza del cúbito. La *apófisis estiloides del radio*, de mayor tamaño, se puede palpar fácilmente en la cara lateral del carpo cuando la mano se encuentra en supinación, en particular si los tendones que la recubren están relajados. La apófisis estiloides del radio es aproximadamente 1 cm más distal que la del cúbito. La relación entre ambas apófisis estiloides es importante en el diagnóstico de ciertas lesiones de la región del carpo (p. ej., una fractura del extremo distal del radio). Proximalmente a la apófisis estiloides se pueden palpar unos pocos centímetros de las **superficies del radio.** La superficie lateral de la mitad distal del radio es fácil de palpar.


Olécranon
Músculos flexores del antebrazo
Músculos extensores del antebrazo
Borde posterior subcutáneo del cúbito *(línea discontinua)*
Cabeza del cúbito
Epicóndilo medial
Olécranon
Epicóndilo lateral
Cabeza del radio
Apófisis estiloides:
Del cúbito
Del radio

Vista posterior

FIGURA 6-71. Anatomía de superficie del antebrazo posterior.


Eminencia tenar
Localización del nervio mediano
Localización del origen común de los flexores en el epicóndilo medial
Fosa del codo
Pronador redondo
Flexor radial del carpo
Palmar largo
Flexor cubital del carpo
Tendón del palmar largo
Surco distal del carpo
Eminencia hipotenar

(A) Vista anterior del antebrazo en supinación

FIGURA 6-72. Anatomía de superficie del antebrazo anterior *(continúa)*.

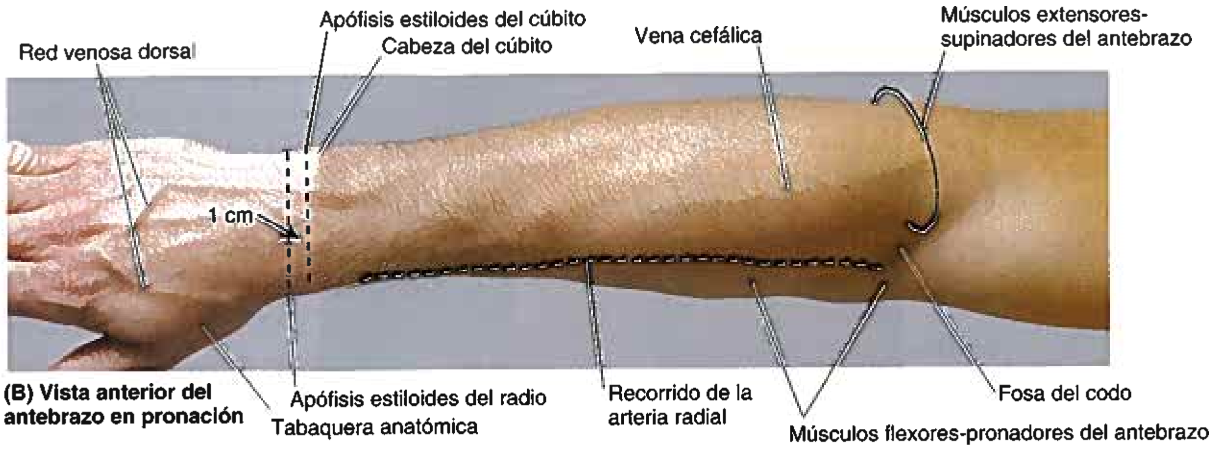

Red venosa dorsal
Apófisis estiloides del cúbito
Cabeza del cúbito
Vena cefálica
Músculos extensores-supinadores del antebrazo
1 cm
(B) Vista anterior del antebrazo en pronación
Apófisis estiloides del radio
Tabaquera anatómica
Recorrido de la arteria radial
Fosa del codo
Músculos flexores-pronadores del antebrazo

FIGURA 6-72. *(Continuación)* **Anatomía de superficie del antebrazo anterior.**

ANTEBRAZO

Tendinitis del codo o epicondilitis lateral

La tendinitis del codo («codo de tenis») es un proceso musculotendinoso doloroso que puede aparecer por el uso repetitivo de los músculos extensores superficiales del antebrazo. El dolor se nota sobre el epicóndilo lateral e irradia a lo largo de la cara posterior del antebrazo. Las personas con tendinitis del codo a menudo notan dolor cuando abren una puerta o levantan un vaso. La flexión y extensión enérgica repetitiva del carpo distiende la inserción del tendón común de los extensores, lo que produce inflamación del periostio del epicóndilo lateral (*epicondilitis lateral*).

Dedo en martillo o dedo de béisbol

La tensión intensa súbita de un tendón extensor largo puede avulsionar parte de su inserción en la falange. El resultado más frecuente de la lesión es el *dedo en martillo* o *dedo de béisbol* (fig. C6-19A). Esta deformidad se produce cuando se fuerza la articulación interfalángica distal en flexión extrema (hiperflexión) mientras se intenta extender la falange distal, como por ejemplo cuando una pelota de béisbol no se atrapa bien o el dedo impacta en la almohadilla de una base (fig. C6-19B). Estas acciones avulsionan la inserción del tendón en la base de la falange distal. Como resultado, la persona es incapaz de extender la articulación interfalángica distal. La deformidad resultante guarda un cierto parecido con un martillo.

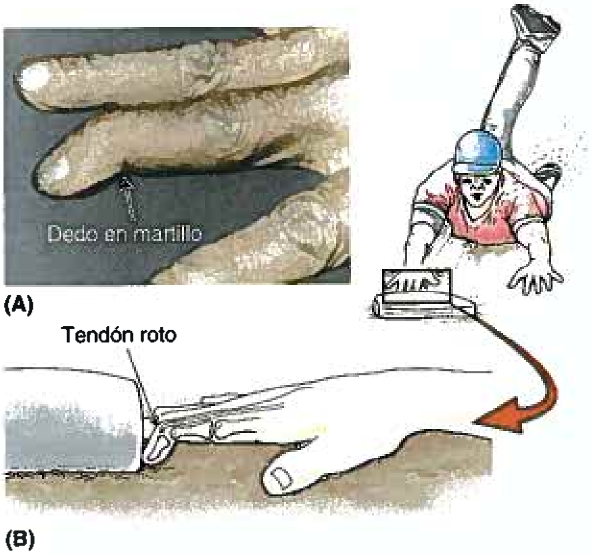

Dedo en martillo
(A)
Tendón roto
(B)

FIGURA C6-19. Dedo en martillo. A. Aspecto clínico. **B.** Mecanismo de la lesión.

Fractura del olécranon

La fractura del olécranon, que los legos denominan «fractura del codo», es frecuente debido a que el olécranon es subcutáneo y prominente. El mecanismo habitual de la lesión es una caída sobre el codo combinada con una contracción brusca y potente del tríceps braquial. El olécranon fracturado es desplazado hacia atrás por la contracción activa y tónica del tríceps (fig. C6-20); a menudo se considera esta lesión como una fractura por avulsión (Salter, 1999). A causa de la tracción producida por el tono del tríceps sobre el fragmento del olécranon, suele ser necesario utilizar clavos. La curación es lenta, y a menudo hay que llevar escayola durante un largo período de tiempo.

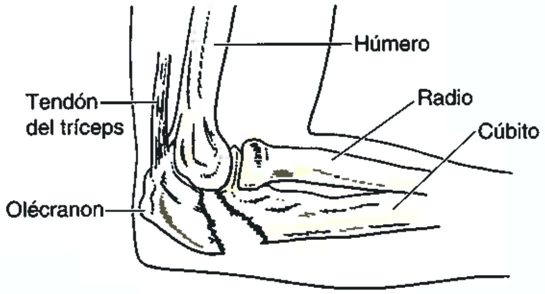

Húmero
Radio
Cúbito
Tendón del tríceps
Olécranon

FIGURA C6-20.

Quiste sinovial del carpo

A veces aparece en la mano una protuberancia quística indolora, con mayor frecuencia en el dorso del carpo (fig. C6-21). Normalmente, el quiste tiene el tamaño de una uva pequeña, pero es variable y puede ser grande como una ciruela. El quiste, de paredes delgadas, contiene un líquido claro mucinoide. No se conoce su causa, pero podría deberse a una degeneración mucoide (Salter, 1999). La flexión del carpo hace que el quiste aumente de tamaño, y puede ser doloroso. Clínicamente, este tipo de protuberancia se denomina «ganglión».

Anatómicamente, el término ganglio se refiere a un acúmulo de células nerviosas (p. ej., un ganglio sensitivo del nervio espinal). Estos quistes sinoviales están cercanos a las vainas sinoviales en el dorso del carpo (en violeta en la figura) y a menudo comunican con ellas. La inserción distal del extensor radial corto del carpo en la base del 3.er metacarpiano es otra localización frecuente de estos quistes. Una protuberancia quística de la vaina sinovial común de los flexores en la cara anterior del carpo puede aumentar de tamaño hasta producir la compresión del nervio mediano por estrechamiento del conducto o túnel carpiano (*síndrome del túnel carpiano*). Este síndrome cursa con dolor y parestesias en la distribución sensitiva del nervio mediano, y entorpece los movimientos de los dedos (v. el cuadro azul «Síndrome del túnel carpiano», p. 790).

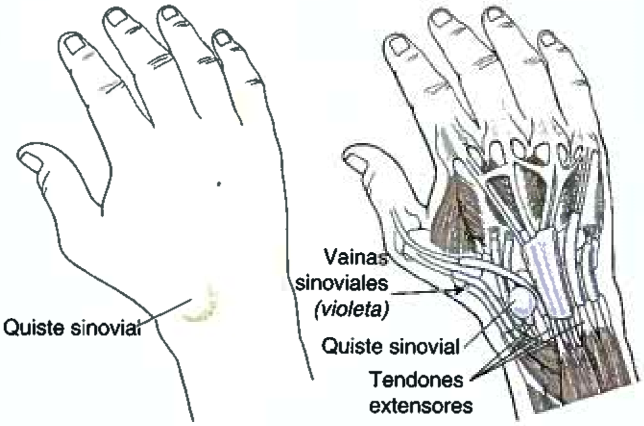

Quiste sinovial
Vainas sinoviales *(violeta)*
Quiste sinovial
Tendones extensores

FIGURA C6-21.

División alta de la arteria braquial

En ocasiones, la arteria braquial se divide a un nivel más proximal de lo que es habitual. En ese caso, las arterias cubital y radial empiezan en la porción superior o media del brazo, y el nervio mediano pasa entre ambas. Los nervios musculocutáneo y mediano suelen comunicarse, como se muestra en la figura C6-22.

Arteria cubital superficial

En aproximadamente el 3 % de las personas, la arteria cubital desciende superficial a los músculos flexores (fig. C6-23). Las pulsaciones de una arteria cubital superficial pueden notarse y es posible que sean visibles. Es preciso tener presente esta variación al llevar a cabo punciones venosas

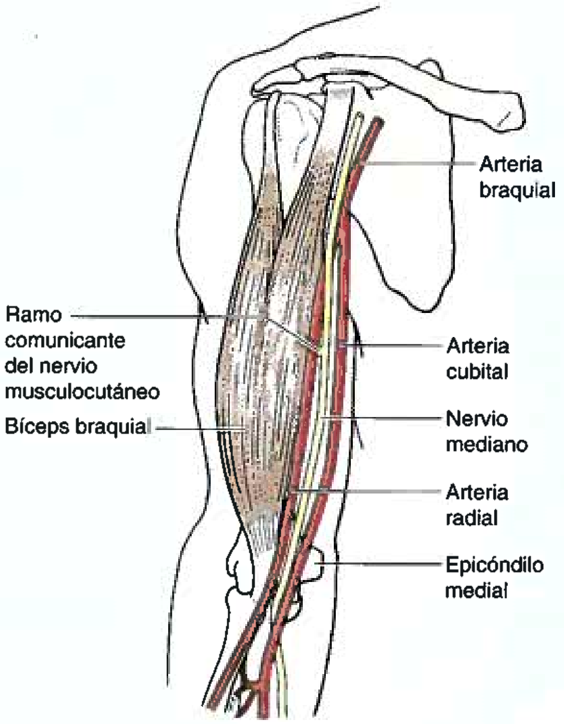

Arteria braquial
Ramo comunicante del nervio musculocutáneo
Arteria cubital
Nervio mediano
Bíceps braquial
Arteria radial
Epicóndilo medial

FIGURA C6-22.

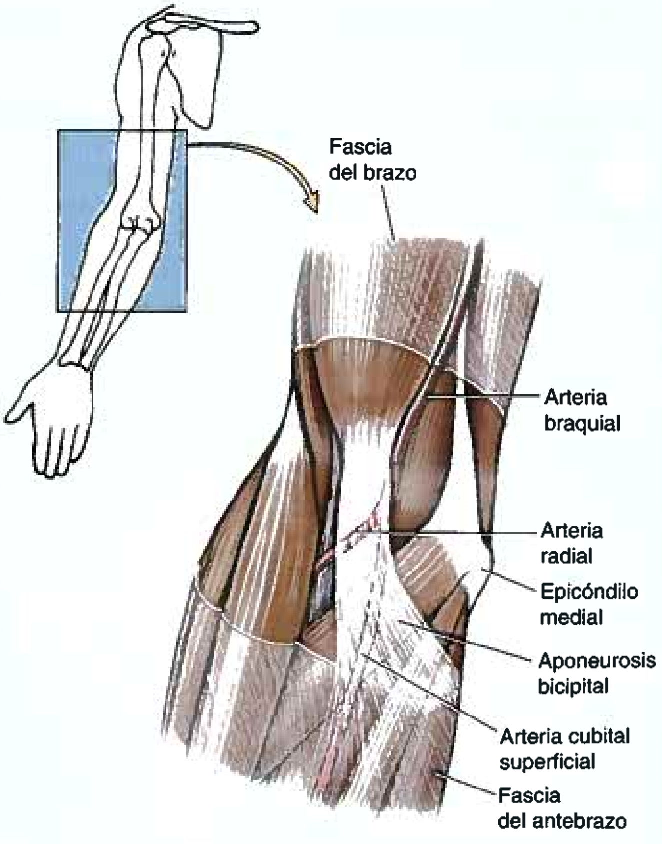

Fascia del brazo
Arteria braquial
Arteria radial
Epicóndilo medial
Aponeurosis bicipital
Arteria cubital superficial
Fascia del antebrazo

FIGURA C6-23.

para extraer sangre o inyectar medicación intravenosa. Si se confunde la arteria cubital aberrante con una vena, puede lesionarse y provocar una hemorragia. La inyección de determinados fármacos en la arteria aberrante puede ser mortal.

Medición de la frecuencia del pulso

El lugar habitual para medir la frecuencia del pulso es donde la arteria radial se sitúa sobre la cara anterior del extremo distal del radio, lateral al tendón del flexor radial del carpo. Ahí, la arteria únicamente está cubierta por fascia y piel. La arteria puede comprimirse contra el extremo distal del radio, donde se sitúa entre los tendones del flexor radial del carpo y el abductor largo del pulgar. Para medir el pulso radial, no debe utilizarse la yema del dedo pulgar, ya que ésta tiene su propio pulso que podría enmascarar el del paciente. Cuando no puede notarse el pulso se intenta en el otro miembro, ya que la presencia de una *arteria radial aberrante* en un lado puede hacer que sea difícil palpar el pulso. El pulso radial también puede percibirse presionando ligeramente en la tabaquera anatómica.

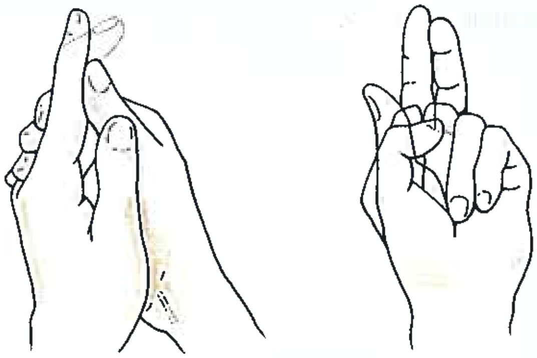
Variaciones en el origen de la arteria radial

El origen de la arteria radial puede situarse más proximal de lo normal; puede ser una rama de la arteria axilar o de la arteria braquial. A veces, la arteria radial es superficial a la fascia profunda en lugar de ser profunda a ésta. Cuando se detecta un vaso pulsátil cerca del carpo, probablemente sea una arteria radial superficial. Este vaso aberrante es vulnerable a la laceración.

Lesión del nervio mediano

La lesión del nervio mediano por una herida penetrante en la región del codo provoca pérdida de flexión de las articulaciones interfalángicas proximales de los dedos 1.° a 3.° y debilitamiento de la flexión de los dedos 4.° y 5.°. La flexión de las articulaciones interfalángicas distales de los dedos 2.° y 3.° también se pierde. La flexión de las articulaciones interfalángicas distales de los dedos 4.° y 5.° no se ve afectada, debido a que la porción medial del flexor profundo de los dedos, que produce estos movimientos, está inervada por el nervio cubital. La capacidad para flexionar las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos 2.° y 3.° está afectada, porque los ramos digitales del nervio mediano inervan los lumbricales 1.° y 2.°. Por lo tanto, cuando la persona intenta cerrar el puño, los dedos 2.° y 3.° permanecen parcialmente extendidos («mano en bendición») (fig. C6-24A). La función muscular tenar (función de los músculos de la base del pulgar) también se pierde, como en el síndrome del túnel carpiano (v. el cuadro azul «Síndrome del túnel carpiano», p. 790).

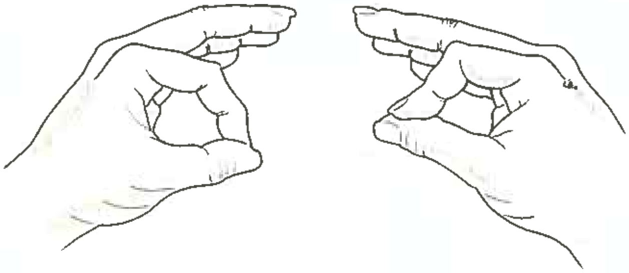
Cuando se lesiona el nervio interóseo anterior, los músculos tenares no resultan afectados, pero se produce una paresia del flexor profundo de los dedos y del flexor largo del pulgar. Si la persona trata de hacer el signo de «OK», formando un círculo con el índice y el pulgar oponiendo sus extremos, se obtiene en cambio una postura de la mano en «pellizco», debido a la ausencia de flexión de la articulación interfalángica del pulgar y de la articulación interfalángica distal del dedo índice (*síndrome del interóseo anterior*) (fig. C6-24B).



Incapacidad para la flexión de la articulación interfalángica distal del dedo índice

Incapacidad para la flexión de los dedos dos y tres en un puño compacto

(A) Parálisis del nervio cubital



Signo «OK» normal

Signo del «pellizco» anormal

(B) Síndrome del interóseo anterior

FIGURA C6-24. Lesión del nervio mediano (parálisis). A. Exploración de la parálisis del nervio cubital. **B.** Prueba del síndrome del interóseo anterior.

Síndrome del pronador

El síndrome del pronador es un síndrome de atrapamiento nervioso causado por la compresión del nervio mediano cerca del codo. El nervio puede comprimirse entre las cabezas del pronador redondo debido a un traumatismo, a hipertrofia muscular o a bandas fibrosas. Los individuos con este síndrome consultan clínicamente en primer lugar por dolor e hipersensibilidad en la cara proximal del antebrazo anterior e hiperestesia de las caras palmares de los tres dedos y medio radiales y la palma adyacente (fig. C6-25). Los síntomas suelen presentarse tras realizar actividades que implican pronaciones repetidas.

Comunicaciones entre los nervios mediano y cubital

En ocasiones existen comunicaciones entre los nervios mediano y cubital en el antebrazo. Normalmente, estos ramos consisten en nervios delgados, pero las comunicaciones son clínicamente importantes porque incluso una lesión

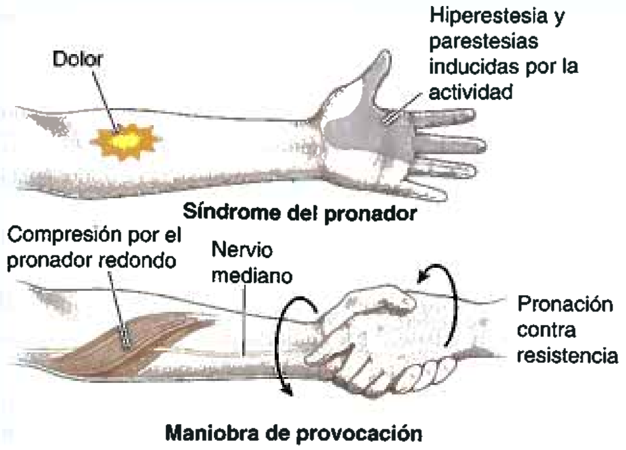

Dolor
Hiperestesia y parestesias inducidas por la actividad
Síndrome del pronador
Compresión por el pronador redondo
Nervio mediano
Pronación contra resistencia
Maniobra de provocación

FIGURA C6-25.

completa del nervio mediano cursaría sin parálisis de algunos músculos. Esto podría llevar a concluir erróneamente que el nervio mediano no está dañado.

Lesión del nervio cubital en el codo y en el antebrazo

Más del 27 % de las lesiones nerviosas del miembro superior afectan al nervio cubital (Rowland, 2005). La lesión del nervio cubital suele ocurrir en una de las cuatro localizaciones siguientes: *1)* posterior al epicóndilo medial del húmero; *2)* en el túnel cubital formado por el arco tendinoso que conecta las cabezas humeral y cubital del flexor cubital del carpo; *3)* en el carpo, y *4)* en la mano.

La localización más frecuente de las lesiones del nervio cubital es en el punto donde el nervio pasa posterior al epicóndilo medial del húmero (fig. C6-26). La lesión suele producirse cuando la porción medial del codo golpea una superficie dura y se fractura el epicóndilo medial (el «hueso de la risa»). Cualquier lesión superior al epicóndilo medial producirá parestesias en la porción media del dorso de la mano. La compresión del nervio cubital en el codo (*síndrome del túnel cubital*) también es frecuente (v. el cuadro azul «Síndrome del túnel cubital», p. 770). La lesión del nervio cubital suele producir entumecimiento y hormigueo (*parestesias*) en la porción medial de la palma y en el dedo medial y mitad medial del siguiente (fig. C6-27). Si presionamos nuestro dedo índice sobre el nervio cubital en la cara posterior del codo podremos notar un hormigueo en esos dedos. La compresión grave también puede producir dolor en el codo, que irradia distalmente. Con menos frecuencia, el nervio cubital resulta comprimido cuando pasa por el conducto cubital (v. el cuadro azul «Síndrome del conducto cubital», p. 792).

La lesión del nervio cubital puede provocar una extensa pérdida motora y sensitiva en la mano. Una lesión del nervio en la parte distal del antebrazo denerva la mayoría de los músculos intrínsecos de la mano. La fuerza de aducción de la muñeca está disminuida, y cuando se intenta realizar la flexión de la articulación radiocarpiana, la mano es dirigida hacia el lado lateral por el flexor radial del carpo (inervado por el nervio mediano) al faltar el «equilibrio» proporcionado por el flexor cubital del carpo. En la lesión del nervio cubital se tiene dificultad para cerrar el puño ya que, en ausencia de oposición, las articulaciones metacarpofalángicas quedan hiperextendidas y los dedos 4.° y 5.° no se pueden flexionar al nivel de las articulaciones interfalángicas distales cuando se intenta cerrar el puño. Además, no se pueden extender las articulaciones interfalángicas cuando se intentan enderezar los dedos. Esta apariencia característica de la mano, resultante de la lesión distal del nervio cubital, se conoce como *mano en garra*. Esta deformidad se debe a la atrofia de los músculos interóseos de la mano inervados por el nervio cubital. La garra está producida por la acción sin oposición de los extensores y del flexor profundo de los dedos. En el cuadro

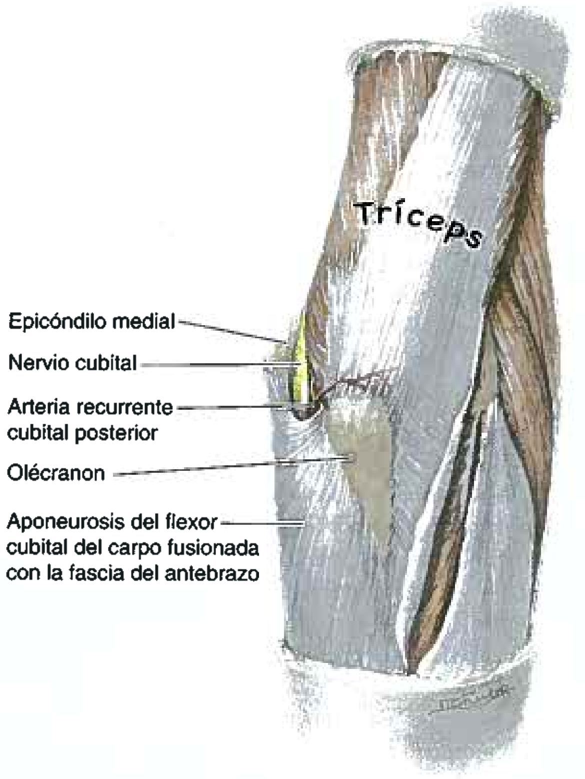

Tríceps
Epicóndilo medial
Nervio cubital
Arteria recurrente cubital posterior
Olécranon
Aponeurosis del flexor cubital del carpo fusionada con la fascia del antebrazo

FIGURA C6-26. **Posición vulnerable del nervio cubital.**

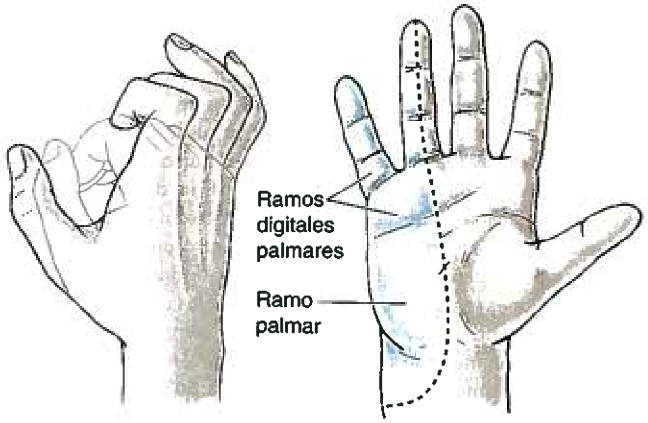

Ramos digitales palmares
Ramo palmar

FIGURA C6-27. **Mano en garra y distribución sensitiva del nervio cubital.**

azul «Síndrome del conducto cubital», en la página 792, se describe la lesión del nervio cubital en el carpo.

Síndrome del túnel cubital

El nervio cubital puede comprimirse (*atrapamiento del nervio cubital*) en el túnel cubital formado por el arco tendinoso que une las cabezas de inserción humeral y cubital del flexor cubital del carpo (fig. 6-59; tabla 6-10). Los signos y síntomas del síndrome del túnel cubital son los mismos que los de una lesión del nervio cubital en el surco cubital de la cara posterior del epicóndilo medial del húmero.

Lesión del nervio radial en el antebrazo (ramos superficial o profundo)

El nervio radial suele lesionarse en el brazo debido a una fractura del cuerpo del húmero. Esta lesión es proximal a los ramos motores para los extensores largos y cortos del carpo procedentes del nervio radial (común), de manera que la *mano péndula* es la primera manifestación clínica de una lesión a este nivel (v. el cuadro azul «Lesión del nervio radial en el brazo», p. 743).

El ramo profundo del nervio radial puede lesionarse por heridas profundas (penetrantes) en la cara posterior del antebrazo. La sección del ramo profundo provoca una incapacidad para extender el pulgar y las articulaciones metacarpofalángicas de los otros dedos. Por ello, se puede explorar la integridad del ramo profundo solicitando al sujeto que extienda las articulaciones metacarpofalángicas contra la resistencia ejercida por el examinador (fig. C6-28). Si el nervio está intacto, los tendones de los extensores largos formarán un relieve prominente sobre el dorso de la mano, confirmando que la extensión tiene lugar en las articulaciones metacarpofalángicas y no en las interfalángicas (unos movimientos controlados por otros nervios).

No hay pérdida de sensibilidad porque la distribución del ramo profundo del nervio radial es totalmente muscular y articular. En la tabla 6-13 puede verse qué músculos estarán paralizados (p. ej., el extensor de los dedos) cuando se secciona este nervio.

Si se secciona el ramo superficial del nervio radial, un nervio cutáneo, la pérdida de sensibilidad suele ser mínima. Normalmente se produce una pequeña zona de anestesia, en forma de moneda, distal a las bases de los metacarpianos 1.º y 2.º. El motivo de que el área de pérdida sensorial sea más pequeña de lo esperado, en razón de las áreas destacadas en la figura 6-69D, radica en el considerable solapamiento que se produce entre los ramos cutáneos de los nervios mediano y cubital.

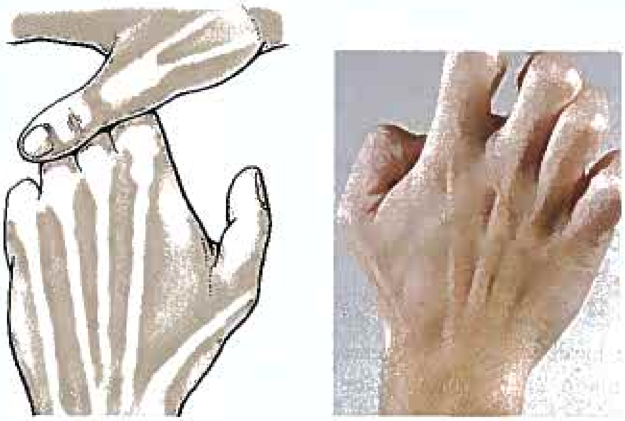


FIGURA C6-28. Exploración del nervio radial.

Puntos fundamentales

ANTEBRAZO

Músculos del compartimiento anterior del antebrazo. Los músculos superficiales e intermedios del compartimiento anterior (flexor-pronador) del antebrazo se localizan anteromedialmente porque su origen principal se encuentra en la inserción común de los flexores (epicóndilo medial y cresta supracondílea medial) del húmero. ♦ Los músculos de la capa superficial «doblan» la muñeca para posicionar la mano (es decir, flexionan el carpo cuando se contraen de forma aislada, y lo aducen o abducen cuando actúan con sus homólogos extensores) y ayudan en la pronación. ♦ El único músculo que ocupa la capa intermedia (flexor superficial de los dedos) flexiona principalmente las articulaciones proximales de los dedos 2.º a 5.º. ♦ Los músculos de la capa profunda se insertan en las caras anteriores del radio y el cúbito, flexionan todas las articulaciones (en particular las distales) de los cinco dedos, y pronan el antebrazo. ♦ Los músculos del compartimiento anterior están inervados principalmente por el nervio mediano, pero en uno y medio (el flexor cubital del carpo y la mitad cubital del flexor profundo de los dedos) la inervación corre a cargo del nervio cubital. ♦ La flexión del carpo y la mano se utiliza para agarrar, sujetar y tirar de objetos hacia uno mismo. ♦ La pronación se utiliza para posicionar la mano de modo que pueda manipular o coger cosas. Ambos movimientos son básicamente protectores (defensivos).

Músculos del compartimiento posterior del antebrazo. Los músculos extensores-supinadores del compartimiento posterior del antebrazo se localizan posterolateralmente en el antebrazo proximal y están inervados por el nervio radial. ♦ El supinador actúa sobre las articulaciones radiocubitales, mientras que todos los demás extienden y abducen la mano en el carpo y el pulgar. El extensor cubital del carpo también contribuye en la aducción de la mano. ♦ Los músculos extensores se vuelven tendinosos en el antebrazo distal y pasan profundos al retináculo de los músculos extensores, por dentro de túneles osteofibrosos. ♦ Los tendones que se dirigen hacia los cuatro dedos mediales forman complejas expansiones extensoras en las caras dorsales de los dedos. ♦ La extensión («amartillado») del carpo es importante para que los flexores de los dedos permitan agarrar con fuerza o cerrar el puño.

Venas superficiales y nervios cutáneos del antebrazo. Por el tejido subcutáneo del antebrazo discurren venas subcutáneas bien desarrolladas. Estas venas están sujetas a una gran variabilidad. ♦ Una vez que han atravesado la fascia profunda, los nervios cutáneos siguen un trayecto independiente del de las venas por el tejido subcutáneo, donde se mantienen constantes en cuanto a localización y tamaño; los nervios cutáneos lateral, medial y posterior del antebrazo inervan las caras del antebrazo descritas por sus nombres.

Paquetes vasculonerviosos del antebrazo. En profundidad a la fascia del antebrazo discurren tres paquetes vasculonerviosos principales (radial, mediano o medio, y cubital) y dos secundarios (interóseos anterior y posterior). ♦ El paquete vasculonervioso radial (que contiene la arteria radial, venas satélites y el nervio radial superficial) sigue y define el borde situado entre los compartimientos anterior y posterior del antebrazo (las estructuras vasculares irrigan y drenan a ambos), en profundidad respecto al braquiorradial. ♦ Los paquetes medio (nervio mediano, y las variables arteria y venas medianas) y cubital (nervio cubital, arteria cubital y venas satélites) discurren por un plano fascial situado entre los músculos flexores intermedios y profundos. El nervio mediano inerva la mayoría de los músculos del compartimiento anterior, en muchos casos a través de su ramo interóseo anterior, que pasa por encima de la membrana interósea. ♦ Existe una excepción y media (flexor cubital del carpo y mitad cubital del flexor profundo de los dedos) en que la inervación corre a cargo del nervio cubital. ♦ El ramo profundo del nervio radial penetra en el supinador para encontrarse con la arteria interósea posterior en un plano situado entre los extensores superficiales y profundos. Este nervio inerva todos los músculos que se originan en el compartimiento posterior. ♦ Los músculos flexores del compartimiento anterior tienen aproximadamente el doble de masa y de fuerza que los extensores del compartimiento posterior. Debido a este hecho, y a que la cara flexora del miembro es la más protegida, las principales estructuras vasculonerviosas se encuentran en el compartimiento anterior (sólo los relativamente pequeños vasos y nervio interóseos posteriores discurren por el compartimiento posterior).

MANO

La **mano** es la parte manipuladora del miembro superior distal al antebrazo. El **carpo** se localiza en la articulación entre el antebrazo y la mano. Una vez que se ha colocado en la altura y la localización deseadas en relación con el cuerpo mediante movimientos del hombro y del codo, y se ha establecido la dirección de su acción mediante la pronación y la supinación del antebrazo, su posición operativa y su postura (inclinación) se ajustan mediante movimientos de la articulación radiocarpiana.

El esqueleto de la mano consta de los *huesos del carpo* en la región del carpo (muñeca), los *huesos metacarpianos* en la mano propiamente dicha, y las *falanges* en los dedos incluido el pulgar. Los dedos se numeran del 1.° al 5.° empezando por el pulgar: el 1.° es el pulgar, el 2.° el índice, el 3.° el medio, el 4.° el anular y el 5.° el meñique. La cara palmar de la mano presenta una concavidad central que, junto con el surco proximal a ésta (por encima de los huesos del carpo), separa dos eminencias: la **eminencia tenar,** lateral, de mayor tamaño y más prominente, en la base del pulgar, y la **eminencia hipotenar,** medial, más pequeña y proximal a la base del 5.° dedo (fig. 6-72A).

Debido a la importancia de la destreza manual en las actividades laborales y lúdicas, es esencial que todas las personas implicadas en el mantenimiento y la recuperación de sus actividades conozcan bien su estructura y sus funciones: movimiento libre, prensión con fuerza, manipulación precisa y pinza.

La **prensión con fuerza** (agarre palmar) implica movimientos potentes de los dedos contra la palma: los dedos (incluido el pulgar) rodean un objeto con la contrapresión del pulgar (p. ej., cuando se agarra un cilindro) (fig. 6-73A). En la prensión con fuerza participan los músculos flexores largos de los dedos (actúan en las articulaciones interfalángicas), los músculos intrínsecos de la palma (actúan en las articulaciones metacarpofalángicas) y los extensores del carpo (actúan en las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana). El «amartillado» del carpo por parte de los extensores aumenta la distancia sobre la que actúan los flexores de los dedos, y obtiene el mismo resultado que si se ejerciera una contracción muscular más completa. En cambio, a medida que aumenta la flexión en el carpo, la prensión se vuelve más débil e insegura.

La **prensión en gancho** es la postura de la mano que se utiliza cuando se lleva un maletín (fig. 6-73B). Esta prensión consume menos energía e implica principalmente a los flexores largos de los dedos, que se flexionan en un grado variable, según el tamaño del objeto que se tenga que agarrar.

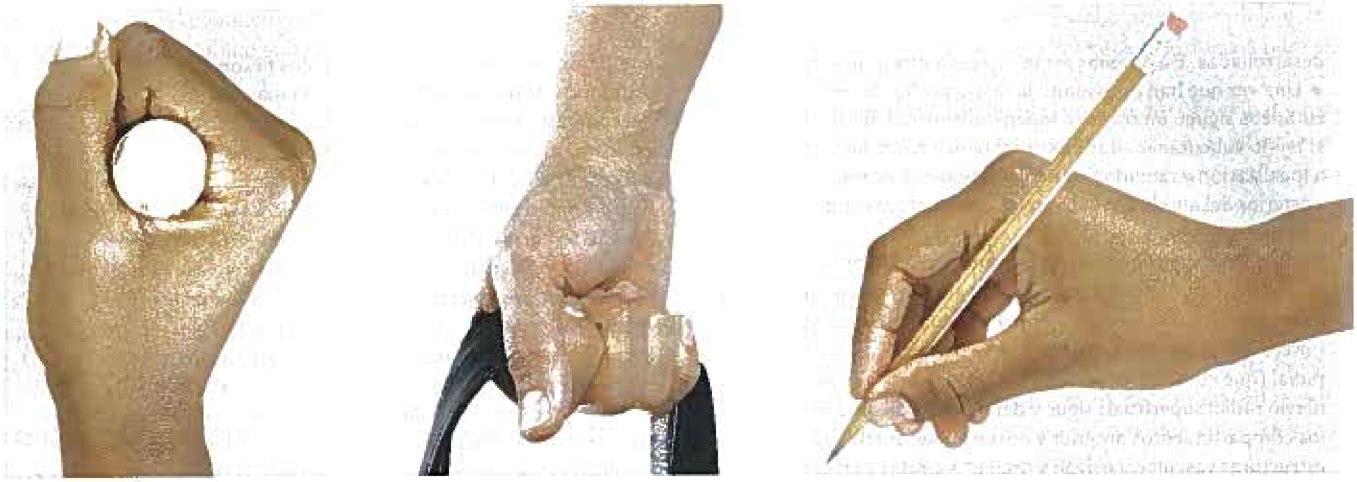
La **prensión manipuladora de precisión** implica un cambio en la posición del objeto manipulado que requiere un control fino de los movimientos de los dedos (p. ej., al sujetar un lápiz, manipular una moneda, enhebrar una aguja o abrochar los botones de una camisa) (fig. 6-73C y D). En la prensión de precisión, los músculos flexores largos y extensores sujetan firmemente el carpo y los dedos, y los músculos intrínsecos de la mano llevan a cabo los movimientos finos de los dedos.

La **pinza** es la compresión de algo entre el pulgar y el índice (p. ej., al agarrar una taza o sujetar una moneda por su borde) (fig. 6-73E), o entre el pulgar y los dos dedos adyacentes (p. ej., al chasquear los dedos).

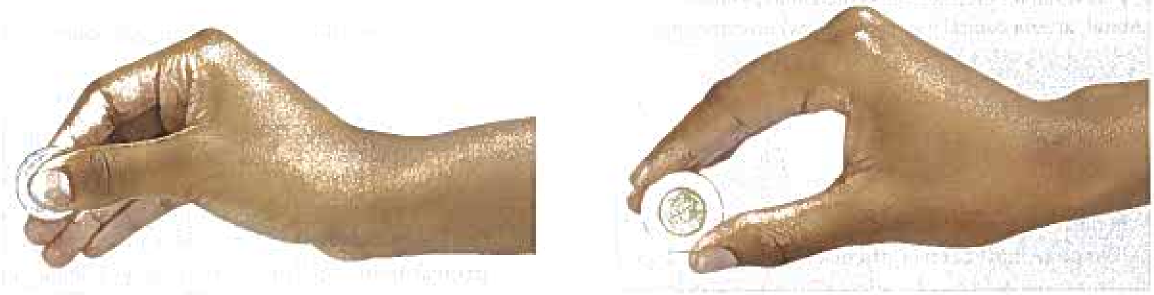
La **posición de descanso** es la que adopta una mano inactiva (p. ej., cuando el antebrazo y la mano descansan sobre una mesa) (fig. 6-73F). Esta posición es la que se utiliza con frecuencia cuando es necesario inmovilizar el carpo y la mano mediante un yeso para estabilizar una fractura.

Fascia y compartimientos de la palma

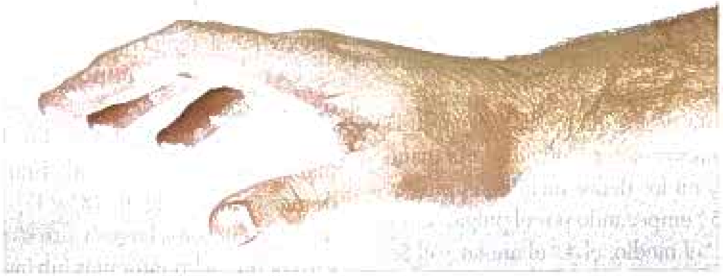
La **fascia de la palma** se continúa con la fascia del antebrazo y la del dorso de la mano (fig. 6-58). La **fascia palmar** es delgada por encima de las eminencias tenar e hipotenar, donde forma las *fascias tenar* e *hipotenar*, respectivamente (figs. 6-74A y 6-75A). Sin embargo, es gruesa en la parte central, donde forma la aponeurosis fibrosa palmar, y en los dedos, donde forma las vainas de los dedos. La **aponeurosis palmar** es una porción triangular fuerte y bien



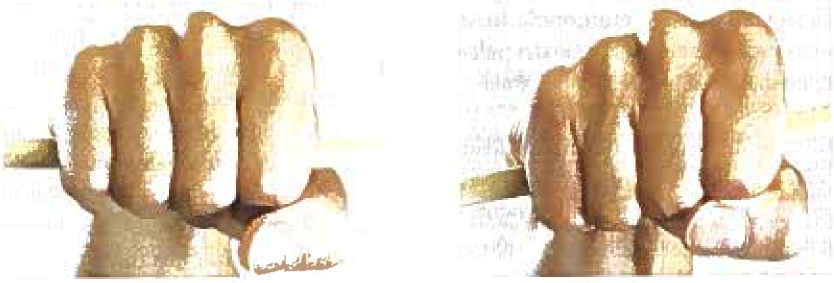
(A) Vista lateral **(B) Vista anterior** **(C) Vista medial**



(D) Vista medial **(E) Vista medial**



(F) Vista medial



(G) Vista anterior **(H) Vista anterior**

FIGURA 6-73. Posiciones funcionales de la mano. A. En la prensión fuerte, cuando agarramos un objeto, las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas están en flexión, pero las articulaciones radiocarpianas y mediocarpianas están en extensión. La extensión de la muñeca incrementa la distancia sobre la que actúan los tendones de los flexores, aumentando la tensión de los tendones de los flexores largos más allá de la que se produce por la sola contracción máxima de los músculos. **B.** La prensión en gancho (flexión de las articulaciones interfalángicas de los dedos 2.° a 4.°) se opone al tirón (hacia abajo) de la gravedad únicamente mediante la flexión digital. **C.** Al escribir se utiliza la prensión de precisión. **D** y **E.** Se utiliza la prensión de precisión para sostener una moneda y permitir su manipulación **(D)** y para hacer pinza sobre un objeto **(E)**. **F.** Las escayolas en caso de fracturas se aplican mayoritariamente con la mano y la muñeca en posición de reposo. Obsérvese la ligera extensión del carpo. **G** y **H.** Cuando agarramos una barra libre sin apretar **(G)** o con firmeza **(H)**, las articulaciones carpometacarpianas 2.ª y 3.ª están rígidas y estables, pero la 4.ª y la 5.ª son articulaciones en silla de montar que permiten la flexión y la extensión. Cuando aumenta la flexión cambia el ángulo de la barra durante el agarre con fuerza.

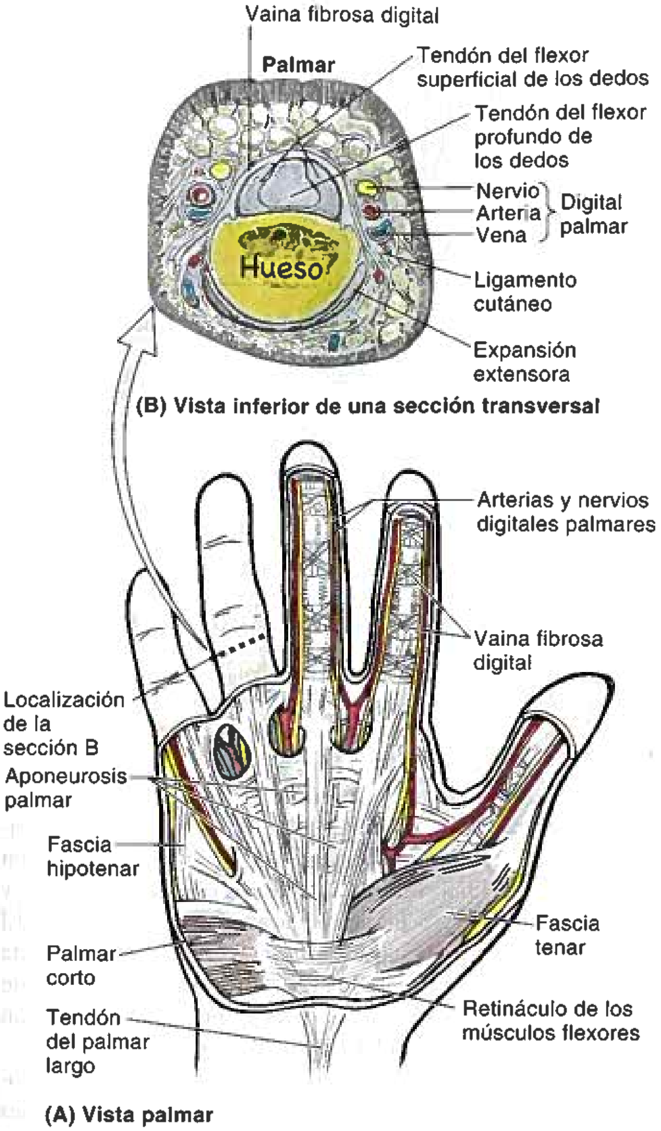

Vaina fibrosa digital
Palmar
Tendón del flexor superficial de los dedos
Tendón del flexor profundo de los dedos
Nervio
Arteria
Vena
Digital palmar
Hueso?
Ligamento cutáneo
Expansión extensora
(B) Vista inferior de una sección transversal
Arterias y nervios digitales palmares
Vaina fibrosa digital
Localización de la sección B
Aponeurosis palmar
Fascia hipotenar
Fascia tenar
Palmar corto
Tendón del palmar largo
Retináculo de los músculos flexores
(A) Vista palmar

FIGURA 6-74. Fascia palmar y vainas digitales fibrosas. A. La fascia palmar se continúa con la fascia del antebrazo. Las finas fascias tenar e hipotenar cubren los músculos intrínsecos de las eminencias tenar e hipotenar, respectivamente. Entre las masas musculares tenar e hipotenar, el compartimiento central de la palma está cubierto por la gruesa aponeurosis palmar. **B.** Sección transversal del 4.° dedo (a nivel de la falange proximal). Dentro de la vaina fibrosa digital y proximal a su inserción en la base de la falange media, el tendón del flexor superficial de los dedos se divide en dos partes para permitir el paso central del tendón del flexor profundo de los dedos hasta la falange distal.

definida de la fascia profunda de la palma, que cubre los tejidos blandos y descansa sobre los tendones de los flexores largos. El extremo proximal o vértice de la aponeurosis palmar se continúa con el retináculo de los músculos flexores y el tendón del palmar largo. Cuando el palmar largo está presente, la aponeurosis palmar es una expansión de su tendón.

Distalmente a su vértice, la aponeurosis palmar forma cuatro bandas digitales longitudinales radiales que se dirigen distalmente hacia las bases de las falanges proximales y se continúan con las vainas fibrosas de los dedos. Las *vainas fibrosas de los dedos* son tubos ligamentosos que encierran a los tendones de los flexores profundo y superficial, y al tendón del flexor largo del pulgar en su trayecto a lo largo de la cara palmar de sus respectivos dedos.

Desde el borde medial de la aponeurosis palmar hasta el 5.° metacarpiano se extiende en profundidad un **tabique fibroso medial** (fig. 6-75A). Medialmente a este tabique se encuentra el **compartimiento hipotenar** o medial, que contiene los músculos hipotenares y está limitado anteriormente por la fascia hipotenar. De un modo similar, desde el borde lateral de la aponeurosis palmar hasta el 3.er metacarpiano se extiende en profundidad un **tabique fibroso lateral.** Lateralmente a este tabique se encuentra el **compartimiento tenar** o lateral, que contiene los músculos tenares y está limitado anteriormente por la fascia tenar.

Entre los compartimientos hipotenar y tenar, y limitado anteriormente por la aponeurosis palmar, se encuentra el **compartimiento central,** que contiene los tendones flexores y sus vainas, los lumbricales, el arco arterial palmar superficial, y los vasos y nervios digitales.

El plano muscular más profundo de la palma es el **compartimiento aductor,** que contiene el aductor del pulgar.

Entre los tendones de los flexores y la fascia que recubre los músculos palmares profundos se encuentran dos espacios potenciales: el **espacio tenar** y el **espacio mediopalmar** (fig. 6-75). Estos espacios están limitados por tabiques fibrosos que discurren desde los bordes de la aponeurosis palmar hasta los metacarpianos. Entre ambos espacios se encuentra el tabique fibroso lateral, especialmente fuerte, que se une al 3.er metacarpiano. Aunque la mayoría de los compartimientos fasciales terminan en las articulaciones, el espacio mediopalmar se continúa con el compartimiento anterior del antebrazo a través del conducto (túnel) carpiano.

Músculos de la mano

Los músculos intrínsecos de la mano se localizan en cinco compartimientos (fig. 6-75A):

1. Los músculos tenares en el *compartimiento tenar:* abductor corto del pulgar, flexor corto del pulgar y oponente del pulgar.
2. El aductor del pulgar en el *compartimiento aductor.*
3. Los músculos hipotenares en el *compartimiento hipotenar:* abductor del dedo meñique, flexor corto del dedo meñique y oponente del dedo meñique.
4. Los músculos cortos de la mano (los lumbricales) en el *compartimiento central,* junto con los tendones de los flexores largos.
5. Los interóseos en *compartimientos interóseos* separados entre los metacarpianos.

MÚSCULOS TENARES

Los **músculos tenares** forman la *eminencia tenar* en la superficie lateral de la palma y están encargados principalmente de la oposición del pulgar. Es importante que los movimientos del pulgar sean normales para mantener la precisión en las actividades de la mano. El elevado grado de libertad de movimientos del pulgar se debe a la independencia del 1.er metacarpiano, que está dotado de articulaciones móviles en ambos extremos. Para controlar esta libertad de movimientos se requieren diversos músculos:

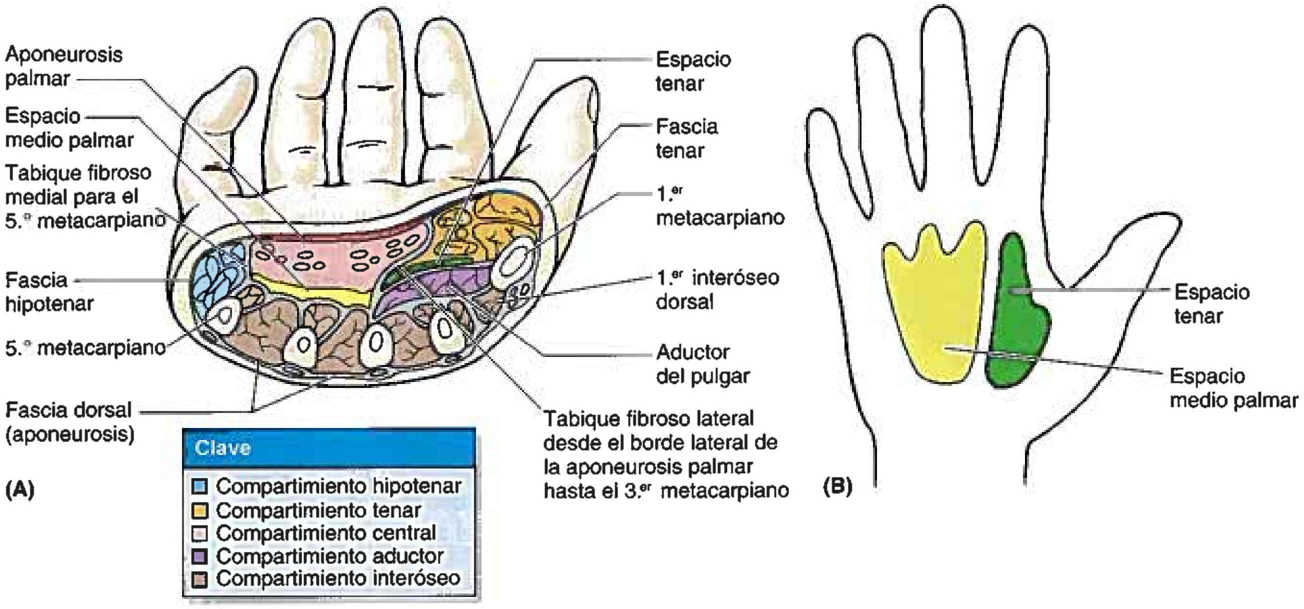

Aponeurosis palmar
Espacio medio palmar
Tabique fibroso medial para el 5.º metacarpiano
Fascia hipotenar
5.º metacarpiano
Fascia dorsal (aponeurosis)
(A)
Clave
Compartimiento hipotenar
Compartimiento tenar
Compartimiento central
Compartimiento aductor
Compartimiento interóseo
Espacio tenar
Fascia tenar
1.er metacarpiano
1.er interóseo dorsal
Aductor del pulgar
Tabique fibroso lateral desde el borde lateral de la aponeurosis palmar hasta el 3.er metacarpiano
(B)
Espacio tenar
Espacio medio palmar

FIGURA 6-75. **Compartimientos, espacios y fascia de la palma. A.** Sección transversal de la porción media de la palma que ilustra los compartimientos fasciales de la mano. **B.** Espacios tenar y medio palmar. El espacio medio palmar se encuentra debajo del compartimiento central de la palma y está distalmente relacionado con las vainas tendinosas sinoviales de los dedos 3.° a 5.° y proximalmente con la vaina común de los flexores cuando emerge del conducto (túnel) carpiano. El espacio tenar se encuentra debajo del compartimiento tenar y está relacionado distalmente con la vaina tendinosa sinovial del índice y proximalmente con la vaina común de los flexores distal al conducto (túnel) carpiano.

- *Extensión:* extensor largo del pulgar, extensor corto del pulgar y abductor largo del pulgar.
- *Flexión:* flexor largo del pulgar y flexor corto del pulgar.
- *Abducción:* abductor largo del pulgar y abductor corto del pulgar.
- *Aducción:* aductor del pulgar y primer interóseo dorsal.
- *Oposición:* oponente del pulgar. Este movimiento tiene lugar en la articulación carpometacarpiana y tiene como resultado que la palma adopte una forma de «copa». La acción de juntar la punta del pulgar con el 5.° dedo (o cualquiera de los otros) necesita bastante más movimiento del que puede inducir el oponente del pulgar por sí mismo.

Los cuatro primeros movimientos tienen lugar en las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica. La oposición, un movimiento complejo, se inicia con el pulgar en extensión e inicialmente comporta la abducción y la rotación medial del primer metacarpiano (formación de la copa palmar) por la acción del oponente del pulgar en la articulación carpometacarpiana, y luego la flexión de la articulación metacarpofalángica (fig. 6-76). El refuerzo del aductor del pulgar y el flexor largo del pulgar aumenta la presión que el pulgar opuesto puede ejercer sobre las puntas de los dedos. En la oposición de un pulpejo con otro también están implicados movimientos del dedo que se opone al pulgar.

Los *músculos tenares* se ilustran en la figura 6-77; sus inserciones se muestran en la figura 6-78A; y sus inserciones, inervaciones y principales acciones se resumen en la tabla 6-14.

Abductor corto del pulgar. El **abductor corto del pulgar** forma la parte anterolateral de la eminencia tenar. Aparte de abducir el pulgar, este músculo colabora con el oponente del pulgar

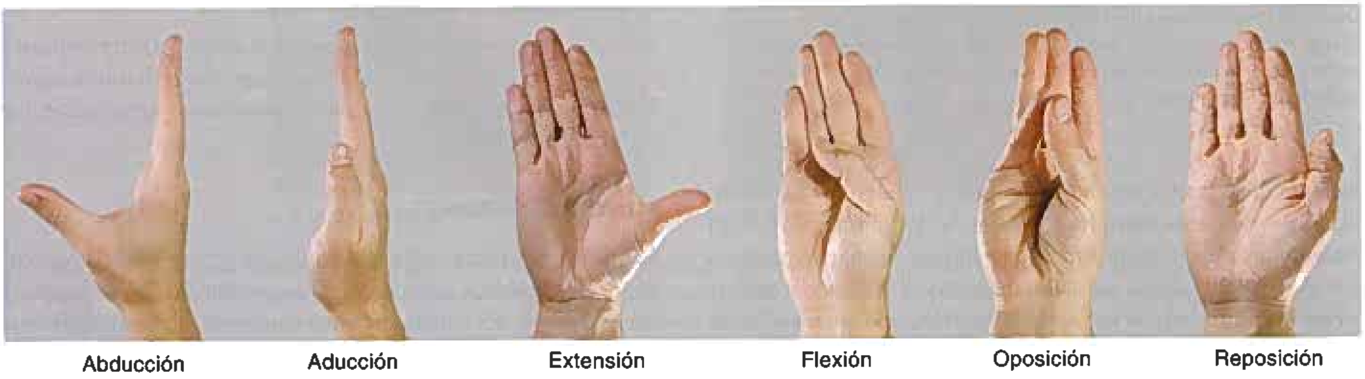

Abducción
Aducción
Extensión
Flexión
Oposición
Reposición

FIGURA 6-76. **Movimientos del pulgar.** El pulgar está rotado 90° en relación con los demás dedos. (Esto puede confirmarse observando la dirección en que mira la uña del pulgar respecto a las uñas de los otros dedos.) Por tanto, la abducción y la aducción tienen lugar en un plano sagital, y la flexión y la extensión en un plano coronal. La oposición, la acción de poner en contacto la punta del pulgar con los pulpejos de los otros dedos (p. ej., con el meñique), es el movimiento más complejo. Los componentes de la oposición son abducción y rotación medial en la articulación carpometacarpiana y flexión en la articulación metacarpofalángica.

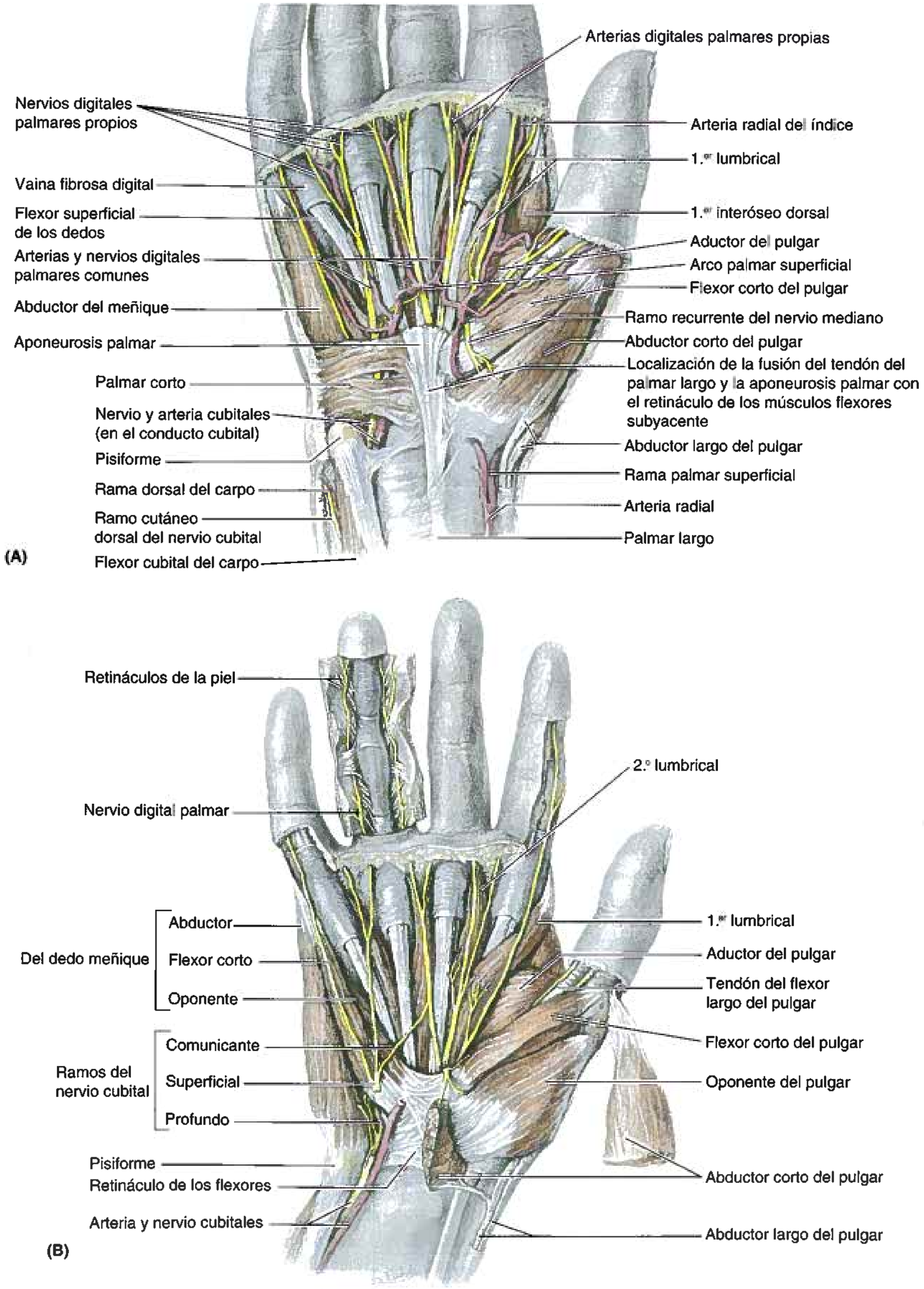
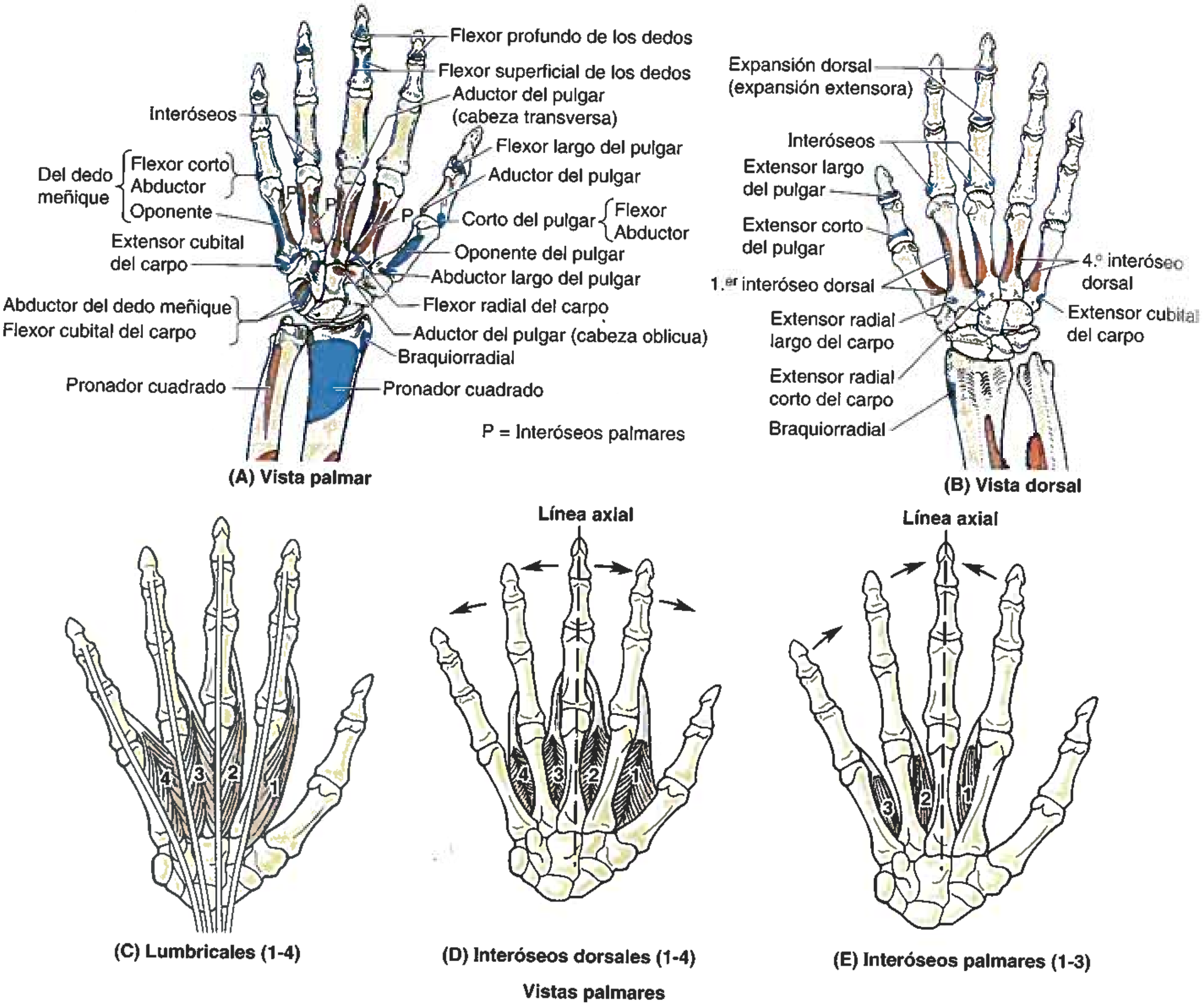

Arterias digitales palmares propias
Nervios digitales palmares propios
Arteria radial del índice
1.er lumbrical
Vaina fibrosa digital
Flexor superficial de los dedos
1.er interóseo dorsal
Arterias y nervios digitales palmares comunes
Aductor del pulgar
Arco palmar superficial
Flexor corto del pulgar
Abductor del meñique
Ramo recurrente del nervio mediano
Aponeurosis palmar
Abductor corto del pulgar
Localización de la fusión del tendón del palmar largo y la aponeurosis palmar con el retináculo de los músculos flexores subyacente
Palmar corto
Nervio y arteria cubitales (en el conducto cubital)
Abductor largo del pulgar
Pisiforme
Rama palmar superficial
Rama dorsal del carpo
Arteria radial
Ramo cutáneo dorsal del nervio cubital
Palmar largo
(A)
Flexor cubital del carpo
Retináculos de la piel
2.º lumbrical
Nervio digital palmar
Del dedo meñique
Abductor
Flexor corto
Oponente
1.er lumbrical
Aductor del pulgar
Tendón del flexor largo del pulgar
Flexor corto del pulgar
Ramos del nervio cubital
Comunicante
Superficial
Profundo
Oponente del pulgar
Pisiforme
Retináculo de los flexores
Abductor corto del pulgar
Arteria y nervio cubitales
Abductor largo del pulgar
(B)

FIGURA 6-77. Disecciones superficiales de la palma derecha. Se han extirpado la piel y el tejido subcutáneo, así como la mayor parte de la aponeurosis palmar y de las fascias tenar e hipotenar. **A.** El arco palmar superficial se localiza inmediatamente profundo a la aponeurosis palmar, superficial a los tendones flexores largos. Este arco arterial da origen a las arterias digitales palmares comunes. En los dedos, la arteria digital (p. ej., radial del índice) y el nervio se sitúan en los lados medial y lateral de la vaina fibrosa digital. El hueso pisiforme protege el nervio y la arteria cubitales al pasar a la palma. **B.** Tres músculos tenares y tres hipotenares se insertan en el retináculo de los músculos flexores y los cuatro huesos marginales del carpo unidos por el retináculo.


Flexor profundo de los dedos
Flexor superficial de los dedos
Aductor del pulgar (cabeza transversa)
Interóseos
Flexor largo del pulgar
Aductor del pulgar
Del dedo meñique
Flexor corto
Abductor
Oponente
P
P
P
Corto del pulgar
Flexor
Abductor
Extensor cubital del carpo
Oponente del pulgar
Abductor largo del pulgar
Abductor del dedo meñique
Flexor cubital del carpo
Flexor radial del carpo
Aductor del pulgar (cabeza oblicua)
Braquiorradial
Pronador cuadrado
Pronador cuadrado
P = Interóseos palmares
Expansión dorsal (expansión extensora)
Interóseos
Extensor largo del pulgar
Extensor corto del pulgar
4.° interóseo dorsal
1.er interóseo dorsal
Extensor cubital del carpo
Extensor radial largo del carpo
Extensor radial corto del carpo
Braquiorradial
Línea axial
Línea axial
4
3
2
1
4
3
2
1
3
2
1

(A) Vista palmar

(B) Vista dorsal

(C) Lumbricales (1-4)

(D) Interóseos dorsales (1-4)

(E) Interóseos palmares (1-3)

Vistas palmares

FIGURA 6-78. Inserciones de los músculos intrínsecos de la mano y acciones de los interóseos.

TABLA 6-14. MÚSCULOS INTRÍNSECOS DE LA MANO

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación^a	Acción principal
Músculos tenares				
Oponente del pulgar	Retináculo de los músculos flexores y tubérculos del escafoides y del trapecio	Lado lateral del 1.er metacarpiano	Ramo recurrente del nervio mediano (C8, T1)	Para oponer el pulgar, tira del primer metacarpiano medialmente hacia el centro de la palma y lo rota medialmente
Abductor corto del pulgar		Lado lateral de la base de la falange proximal del pulgar		Abduce el pulgar; ayuda a su oposición
Flexor corto del pulgar				
Cabeza superficial				Flexiona el pulgar
Cabeza profunda			Ramo profundo del nervio cubital (C8, T1)	
Aductor del pulgar				Aduce el pulgar hacia el borde lateral de la palma
Cabeza oblicua	Bases del 2.° y 3.er metacarpianos, grande y huesos adyacentes del carpo	Lado medial de la base de la falange proximal del pulgar		
Cabeza transversa	Cara anterior del cuerpo del 3.er metacarpiano			

TABLA 6-14. MÚSCULOS INTRÍNSECOS DE LA MANO *(Continuación)*

Músculo	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación[a]	Acción principal
Músculos hipotenares				
Abductor del dedo meñique	Pisiforme	Lado medial de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Abduce el 5.° dedo; contribuye a la flexión de su falange proximal
Flexor corto del dedo meñique	Gancho del ganchoso y retináculo de los músculos flexores			Flexiona la falange proximal del 5º dedo
Oponente del dedo meñique		Borde medial del 5.° metacarpiano		Tira del 5.° metacarpiano anteriormente y lo rota, lo que lleva al 5.° dedo a oposición con el pulgar
Músculos cortos				
Lumbricales				
1.° y 2.°	Dos tendones laterales del flexor profundo de los dedos (como músculos unipenniformes)	Lados laterales de las expansiones extensoras de los dedos 2º-5º	Nervio mediano (C8, **T1**)	Flexionan las articulaciones metacarpofalángicas; extienden las articulaciones interfalángicas de los dedos 2.°-5.°
3.° y 4.°	Tres tendones mediales del flexor profundo de los dedos (como músculos bipenniformes)		Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	
Interóseos dorsales, 1.°-4.°	Lados adyacentes de dos metacarpianos (como músculos bipenniformes)	Bases de las falanges proximales; expansiones extensoras de los dedos 2.°-4.°		Abducen los dedos 2.°-4.° de la línea axial; junto con los lumbricales, flexionan las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las interfalángicas
Interóseos palmares, 1º-3º	Caras palmares de los metacarpianos 2.°, 4.° y 5.° (como músculos unipenniformes)	Bases de las falanges proximales; expansiones extensoras de los dedos 2.°, 4.° y 5.°		Aducen los dedos 2.°, 4.° y 5.° hacia la línea axial; ayudan a los lumbricales en la flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y la extensión de las articulaciones interfalángicas; extensiones expansoras de los dedos 2.°-4.°

[a] Las abreviaturas indican la inervación segmentaria medular (p. ej., «**C8, T1**» indica que los nervios que inervan el oponente del pulgar derivan del octavo segmento cervical y el primer segmento torácico de la médula espinal). Las abreviaturas en negrita **(C8)** indican la inervación segmentaria principal. La lesión de uno o más de estos segmentos de la médula espinal o de las raíces nerviosas motoras que se originan de éstos provoca la parálisis de los músculos implicados.

durante las primeras fases de la oposición al inducir un ligero movimiento de rotación medial de su falange proximal.

Para explorar el abductor corto del pulgar se debe abducir el pulgar contra resistencia. Con esta maniobra se puede ver y palpar el músculo, siempre y cuando sus movimientos sean normales.

Flexor corto del pulgar. El **flexor corto del pulgar** se localiza medialmente respecto al abductor corto del pulgar (fig. 6-77A). En su inserción distal, sus dos vientres, localizados en lados opuestos del tendón del flexor largo del pulgar, comparten (entre ellos y a menudo con el abductor corto del pulgar) un tendón común que contiene un hueso sesamoideo. En general, los dos vientres tienen inervaciones distintas: la cabeza superficial, de mayor tamaño, está inervada por el ramo recurrente del nervio mediano, y la profunda, más pequeña, suele estar inervada por el ramo palmar profundo del nervio cubital. El flexor corto del pulgar flexiona el pulgar en las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica, y participa en la oposición del pulgar.

Para explorar el flexor corto del pulgar se debe flexionar el pulgar contra resistencia. Con esta maniobra se puede ver y palpar el músculo, siempre y cuando sus movimientos sean normales; sin embargo, se debe tener en cuenta que el flexor largo del pulgar también flexiona el pulgar.

Oponente del pulgar. El **oponente del pulgar** es un músculo cuadrangular situado en profundidad al abductor corto del pulgar y lateralmente al flexor corto del pulgar (fig. 6-77B). El oponente del pulgar opone el pulgar, que es el movimiento más importante de este dedo. Flexiona y rota el 1.^er^ metacarpiano medialmente en la articulación carpometacarpiana durante la oposición; este movimiento es el que tiene lugar cuando se coge un objeto. Durante la oposición, la punta del pulgar se dirige hacia el pulpejo del meñique y contacta con él, tal como se muestra en la figura 6-76.

ADUCTOR DEL PULGAR

El **aductor del pulgar** se localiza en el compartimiento aductor de la mano (fig. 6-75A). En su origen, este músculo en forma de abanico tiene dos cabezas que quedan separadas por la arteria radial cuando ésta entra en la palma para formar el arco palmar profundo (figs. 6-77 y 6-79). Su tendón normalmente contiene un hueso sesamoideo. El aductor del pulgar aduce el pulgar desplazándolo hacia la palma de la mano (fig. 6-76), con lo que aumenta la fuerza de prensión (fig. 6-73G y H).

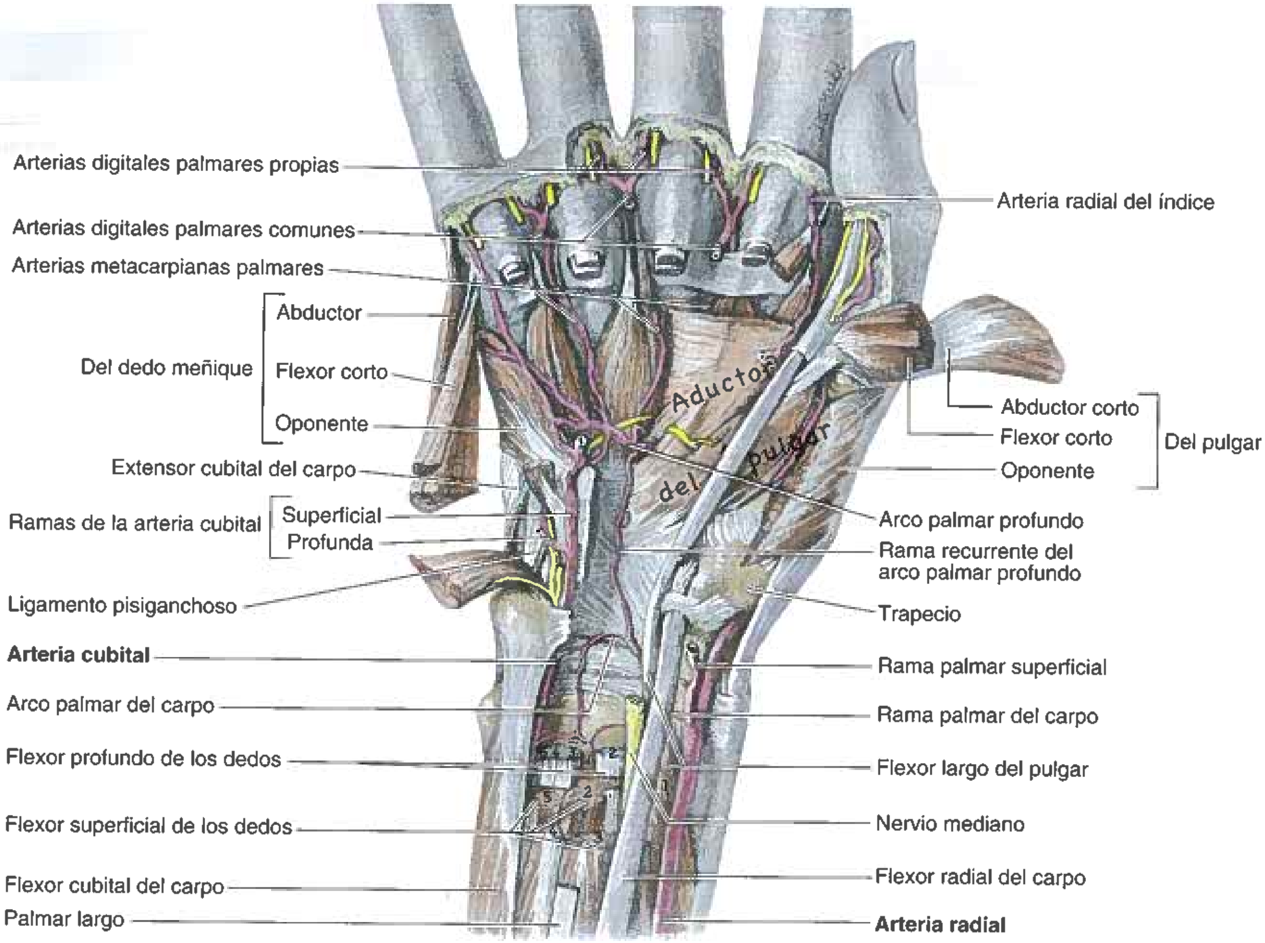

Arterias digitales palmares propias
Arterias digitales palmares comunes
Arterias metacarpianas palmares
Del dedo meñique
Abductor
Flexor corto
Oponente
Extensor cubital del carpo
Ramas de la arteria cubital
Superficial
Profunda
Ligamento pisiganchoso
Arteria cubital
Arco palmar del carpo
Flexor profundo de los dedos
Flexor superficial de los dedos
Flexor cubital del carpo
Palmar largo
Arteria radial del índice
Abductor corto
Flexor corto
Oponente
Del pulgar
Arco palmar profundo
Rama recurrente del arco palmar profundo
Trapecio
Rama palmar superficial
Rama palmar del carpo
Flexor largo del pulgar
Nervio mediano
Flexor radial del carpo
Arteria radial
Aductor del pulgar

FIGURA 6-79. **Músculos y arterias del antebrazo distal y de la profundidad de la palma.** Disección profunda de la palma que muestra la anastomosis de la rama palmar del carpo de la arteria radial con la rama palmar del carpo de la arteria cubital para formar el arco palmar del carpo y el arco palmar profundo. El arco palmar profundo se sitúa a nivel de las bases de los huesos metacarpianos, 1,5 a 2 cm proximal al arco palmar superficial.

MÚSCULOS HIPOTENARES

Los **músculos hipotenares** (abductor del dedo meñique, flexor corto del dedo meñique y oponente del dedo meñique) forman la *eminencia hipotenar* en el lado medial de la palma y mueven el dedo meñique (fig. 6-87). Estos músculos se encuentran en el compartimiento hipotenar junto con el 5.º metacarpiano (figs. 6-75A y 6-77). Sus inserciones se ilustran en la figura 6-78A, y sus inserciones, inervaciones y principales acciones se resumen en la tabla 6-14.

Abductor del dedo meñique. El **abductor del dedo meñique** es el más superficial de los tres músculos que forman la eminencia hipotenar. El abductor del dedo meñique abduce el 5.º dedo y ayuda a flexionar su falange proximal.

Flexor corto del dedo meñique. El **flexor corto del dedo meñique** tiene un tamaño variable; se sitúa lateralmente al abductor del dedo meñique. El flexor corto del dedo meñique flexiona la falange proximal del 5.º dedo en la articulación metacarpofalángica.

Oponente del dedo meñique. El **oponente del dedo meñique** es un músculo cuadrangular que se sitúa en profundidad respecto a los músculos abductor y flexor del 5.º dedo. El oponente del dedo meñique tira del 5.º metacarpiano hacia delante y lo rota lateralmente, con lo que aumenta la profundidad de la cavidad de la palma y sitúa el 5.º dedo en oposición con el pulgar (fig. 6-76). Al igual que el oponente del pulgar, el oponente del dedo meñique actúa exclusivamente en la articulación carpometacarpiana.

Palmar corto. El **palmar corto** es un músculo pequeño y delgado que se sitúa en el tejido subcutáneo de la eminencia hipotenar (figs. 6-74A y 6-77A), es decir, no se localiza en el compartimiento hipotenar. El palmar corto arruga la piel de la eminencia hipotenar y aumenta la profundidad de la cavidad de la palma, con lo que participa en el agarre palmar. El palmar corto recubre y protege el nervio y la arteria cubitales. Se inserta proximalmente en el borde medial de la aponeurosis palmar y en la piel del borde medial de la mano.

MÚSCULOS CORTOS DE LA MANO

Los músculos cortos de la mano son los lumbricales y los interóseos (fig. 6-78C a E; tabla 6-14).

Lumbricales. Los cuatro delgados músculos lumbricales se denominan así por su parecido con un gusano (del latín *lumbricus*, lombriz de tierra) (figs. 6-77B y 6-78C). Los lumbricales flexionan los dedos en las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas.

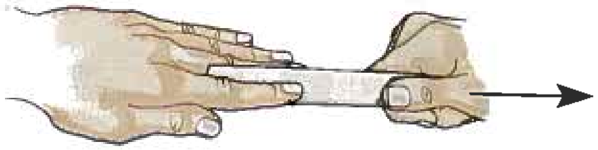
Para explorar los músculos lumbricales se debe pedir al sujeto que, con la palma de la mano orientada hacia arriba, flexione las articulaciones metacarpofalángicas mientras mantiene las interfalángicas extendidas. A continuación, el examinador debe aplicar resistencia con un dedo sobre la superficie palmar de la falange proximal de los dedos 2.º a 5.º individualmente. También puede aplicar resistencia separadamente sobre la superficie dorsal de las falanges media y distal de los dedos 2.º a 5.º para explorar la extensión de las articulaciones interfalángicas (en este caso, el sujeto también debe mantener las articulaciones metacarpofalángicas en flexión).

Interóseos. Los cuatro **músculos interóseos dorsales** se localizan entre los metacarpianos; los tres **músculos interóseos palmares** están situados en las superficies palmares de los metacarpianos en el compartimiento interóseo de la mano (fig. 6-75A). El 1.er músculo interóseo dorsal es fácil de palpar: si se opone el pulgar firmemente contra el índice se nota fácilmente. Algunos autores describen cuatro interóseos palmares, ya que incluyen la cabeza profunda del flexor corto del pulgar por su inervación similar y su localización en el pulgar. Los cuatro interóseos dorsales abducen los dedos y los tres palmares los aducen (fig. 6-78D y E; tabla 6-14).

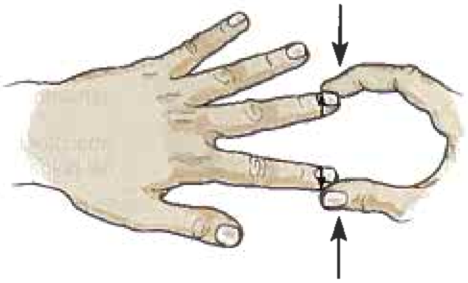
Cuando actúan juntos, los interóseos dorsales y palmares y los lumbricales producen flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y extensión de las interfalángicas (es el denominado movimiento en Z). Esto se debe a su inserción en las bandeletas laterales de las expansiones extensoras (fig. 6-63A y B).

Comprender el movimiento en Z es útil, ya que es contrario a la mano en garra debida a la parálisis cubital, cuando los interóseos y los lumbricales 3.º y 4.º son incapaces de actuar conjuntamente para generar el movimiento en Z (v. el cuadro azul «Lesión del nervio cubital», p. 769).

Para explorar los interóseos dorsales, el examinador debe sujetar dos dedos adyacentes extendidos y aducidos entre su pulgar y su dedo medio, y oponer resistencia mientras el sujeto intenta abducir los dedos (se le debe pedir que separe los dedos) (fig. 6-80A). *Para explorar los interóseos palmares* se debe colocar una hoja de papel entre dos dedos adyacentes del sujeto y pedirle que los mantenga juntos para evitar que el examinador la pueda desprender al tirar de ella (fig. 6-80B).



(A) Exploración de los interóseos palmares (nervio cubital)



(B) Exploración de los interóseos dorsales (nervio cubital)

FIGURA 6-80. Exploración de los interóseos (nervio cubital). A. Interóseos palmares. B. Interóseos dorsales.

Tendones de los flexores largos y vainas tendinosas de la mano

Los tendones del flexor superficial de los dedos y del flexor profundo de los dedos entran en la **vaina tendinosa común** de los músculos flexores en profundidad al retináculo de los músculos flexores (fig. 6-81A). Los tendones entran en el compartimiento central de la mano y luego se expanden a modo de abanico para introducirse en sus respectivas **vainas sinoviales de los dedos.** Las vainas tendinosas común y de los dedos permiten a cada uno de los tendones deslizarse libremente sobre los demás cuando se mueven los dedos. Cerca de la base de la falange proximal, el tendón del flexor superficial de los dedos se divide para dejar que pase el tendón del flexor profundo de los dedos; este cruce de tendones configura un **quiasma tendinoso** (figs. 6-63D, 6-74B y 6-81B). Las dos mitades del tendón del flexor superficial de los dedos se insertan en los bordes de la cara anterior de la base de la falange media. Distalmente al quiasma tendinoso, el tendón del flexor profundo de los dedos se inserta en la cara anterior de la base de la falange distal (fig. 6-63D).

Las **vainas fibrosas de los dedos de la mano** son fuertes túneles ligamentosos que contienen los tendones de los flexores y sus vainas sinoviales (figs. 6-74 y 6-81C y D). Estas vainas se extienden desde las cabezas de los metacarpianos hasta las bases de las falanges distales, y su función consiste en evitar que los tendones se separen de los dedos (deformación en cuerda de arco). Las vainas fibrosas de los dedos de la mano se unen a los huesos para formar **túneles osteofibrosos** a través de los cuales pasan los tendones para alcanzar los dedos. Las **porciones (ligamentos) anulares** y **cruciformes** de las vainas fibrosas (con frecuencia descritas como «poleas») son refuerzos engrosados de estas vainas (fig. 6-81D).

Los tendones de los flexores largos están irrigados por pequeños vasos sanguíneos que pasan por dentro de pliegues sinoviales (*vínculos*) desde el periostio de las falanges (fig. 6-63B). El tendón del flexor largo del pulgar pasa en profundidad respecto al retináculo de los músculos flexores para dirigirse hacia el pulgar dentro de su propia vaina sinovial. A la altura de la cabeza del metacarpiano, el tendón discurre entre dos *huesos sesamoideos*, situados uno en el tendón conjunto del flexor corto del pulgar y el abductor corto del pulgar, y el otro en el tendón del aductor del pulgar.

Arterias de la mano

Las funciones de la mano requieren que ésta se sitúe y mantenga en numerosas posiciones distintas, con frecuencia mientras agarra o aplica presión, y por ello está dotada de numerosas arterias pro-

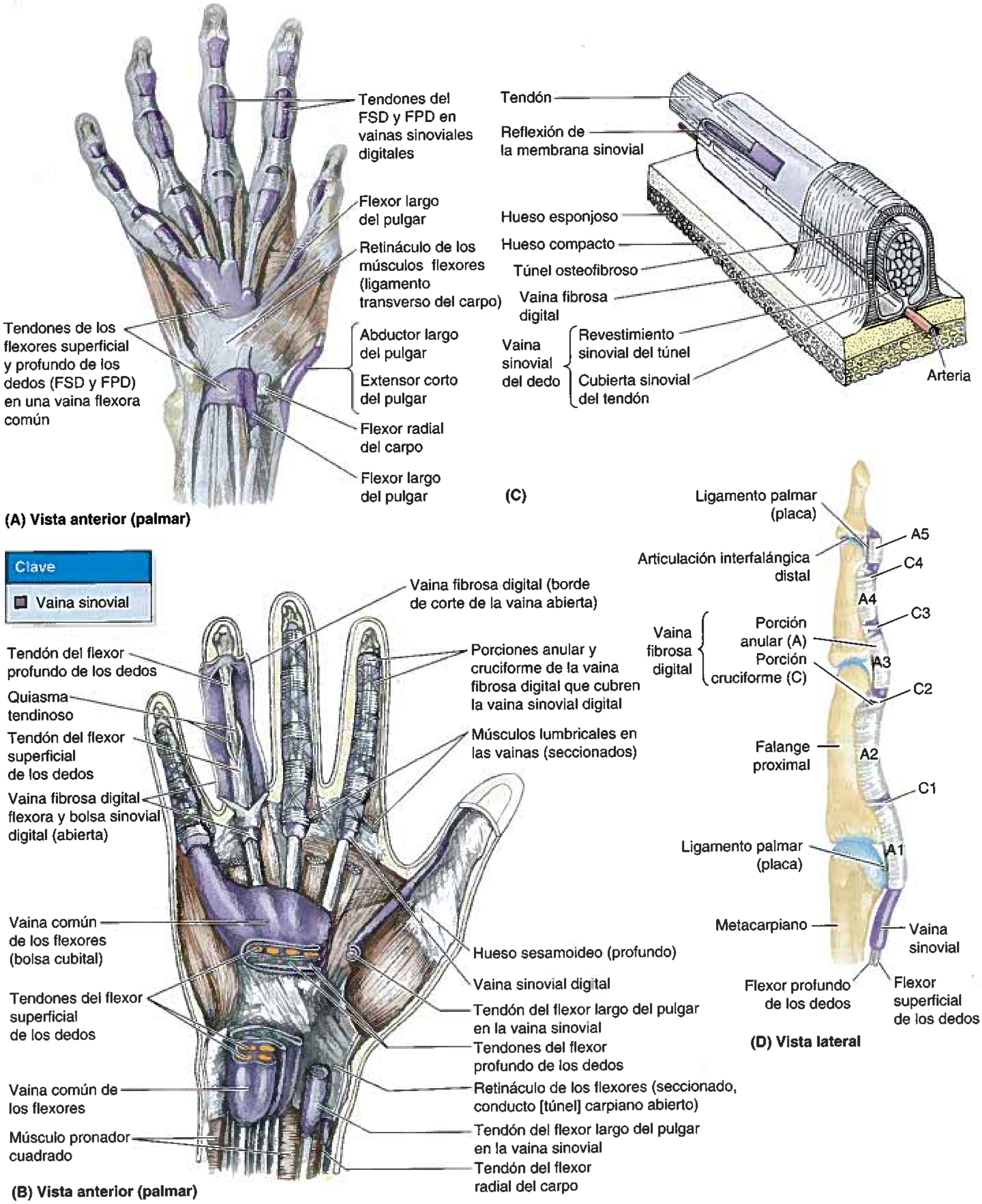

Tendones del FSD y FPD en vainas sinoviales digitales
Flexor largo del pulgar
Retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo)
Tendones de los flexores superficial y profundo de los dedos (FSD y FPD) en una vaina flexora común
Abductor largo del pulgar
Extensor corto del pulgar
Flexor radial del carpo
Flexor largo del pulgar
(A) Vista anterior (palmar)
Tendón
Reflexión de la membrana sinovial
Hueso esponjoso
Hueso compacto
Túnel osteofibroso
Vaina fibrosa digital
Vaina sinovial del dedo
Revestimiento sinovial del túnel
Cubierta sinovial del tendón
Arteria
(C)
Clave
■ Vaina sinovial
Vaina fibrosa digital (borde de corte de la vaina abierta)
Tendón del flexor profundo de los dedos
Quiasma tendinoso
Tendón del flexor superficial de los dedos
Vaina fibrosa digital flexora y bolsa sinovial digital (abierta)
Porciones anular y cruciforme de la vaina fibrosa digital que cubren la vaina sinovial digital
Músculos lumbricales en las vainas (seccionados)
Vaina común de los flexores (bolsa cubital)
Hueso sesamoideo (profundo)
Vaina sinovial digital
Tendones del flexor superficial de los dedos
Tendón del flexor largo del pulgar en la vaina sinovial
Tendones del flexor profundo de los dedos
Retináculo de los flexores (seccionado, conducto [túnel] carpiano abierto)
Vaina común de los flexores
Músculo pronador cuadrado
Tendón del flexor largo del pulgar en la vaina sinovial
Tendón del flexor radial del carpo
(B) Vista anterior (palmar)
Ligamento palmar (placa)
A5
Articulación interfalángica distal
C4
A4
C3
Vaina fibrosa digital
Porción anular (A)
Porción cruciforme (C)
A3
C2
Falange proximal
A2
C1
Ligamento palmar (placa)
A1
Metacarpiano
Vaina sinovial
Flexor profundo de los dedos
Flexor superficial de los dedos
(D) Vista lateral

FIGURA 6-81. Tendones flexores, vaina común de los flexores, vainas fibrosas y vainas sinoviales de los dedos. A. Las vainas sinoviales de los tendones flexores largos de los dedos están dispuestas en dos grupos: *1)* proximal o carpiano, posterior al retináculo de los músculos flexores, y *2)* distal o digital, dentro de las vainas fibrosas de los flexores de los dedos. **B.** Tendones, bolsas tendinosas y vainas fibrosas de los dedos. **C.** Estructura de un túnel osteofibroso de un dedo, que contiene un tendón. Dentro de la vaina fibrosa, la vaina sinovial está formada por un revestimiento sinovial (parietal) del túnel y por una cubierta sinovial (visceral) del tendón. Las capas de la vaina sinovial en realidad están separadas sólo por una capa capilar de líquido sinovial, que lubrica las superficies sinoviales para facilitar el deslizamiento del tendón. **D.** Vaina fibrosa digital, mostrando las porciones anular y cruciforme («poleas»).

fusamente ramificadas y anastomosadas para que todas sus partes dispongan en general de sangre oxigenada en todas las posiciones. Además, las arterias y sus ramificaciones son relativamente superficiales y se encuentran por debajo de una piel capaz de sudar, característica que permite la disipación del exceso de calor. Para evitar una pérdida indeseable de calor en un entorno frío, las arteriolas de las manos pueden reducir su flujo sanguíneo en la superficie y en las puntas de los dedos. Las arterias cubital y radial y sus ramas proporcionan toda la sangre que va a la mano. Las arterias de la mano se ilustran en las figuras 6-82 y 6-83, y sus orígenes y recorridos se describen en la tabla 6-15.

ARTERIA CUBITAL EN LA MANO

La **arteria cubital** entra en la mano anterior al retináculo de los músculos flexores entre el pisiforme y el gancho del ganchoso, y a través del *conducto cubital* (canal de Guyon) (fig. 6-70B). La arteria cubital discurre lateralmente al nervio cubital (fig. 6-77A). Se divide en dos ramas terminales: el arco palmar superficial y el arco palmar profundo (figs. 6-82 y 6-83). El **arco palmar superficial** (terminación principal de la arteria cubital) da origen a tres **arterias digitales palmares comunes** que se anastomosan con las **arterias metacarpianas palmares** procedentes del arco palmar profundo. Cada arteria digital palmar común se divide en un par

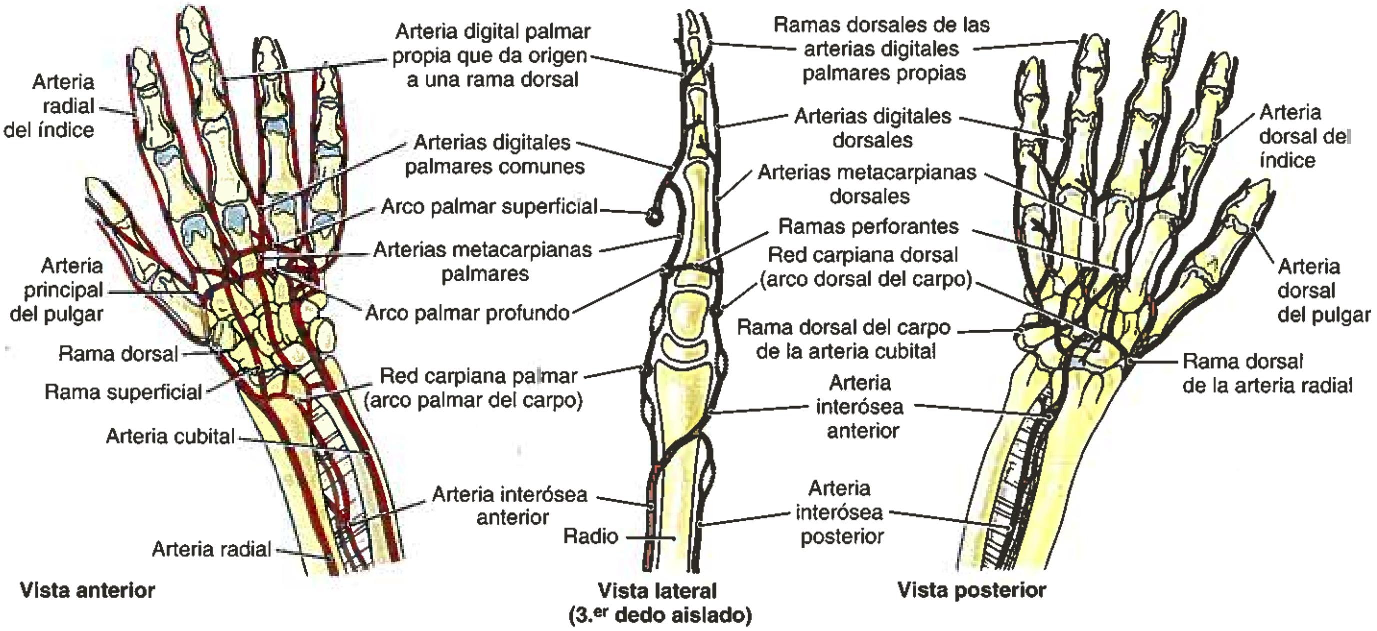

Arteria radial del índice
Arteria digital palmar propia que da origen a una rama dorsal
Arterias digitales palmares comunes
Arco palmar superficial
Arteria principal del pulgar
Arterias metacarpianas palmares
Arco palmar profundo
Rama dorsal
Rama superficial
Red carpiana palmar (arco palmar del carpo)
Arteria cubital
Arteria interósea anterior
Radio
Arteria radial
Vista anterior
Vista lateral (3.er dedo aislado)
Ramas dorsales de las arterias digitales palmares propias
Arterias digitales dorsales
Arterias metacarpianas dorsales
Ramas perforantes
Red carpiana dorsal (arco dorsal del carpo)
Rama dorsal del carpo de la arteria cubital
Arteria interósea anterior
Arteria interósea posterior
Arteria dorsal del índice
Arteria dorsal del pulgar
Rama dorsal de la arteria radial
Vista posterior

FIGURA 6-82. Arterias del carpo y de la mano.

TABLA 6-15. ARTERIAS DE LA MANO

Arteria	Origen	Recorrido
Arco palmar superficial	Continuación directa de la arteria cubital; el arco se completa en el lado lateral con la rama superficial de la arteria radial u otra de sus ramas	Se incurva lateralmente, profunda a la aponeurosis palmar y superficial a los tendones de los flexores largos; la curva del arco se extiende a través de la palma hasta el nivel del borde distal del pulgar en extensión
Arco palmar profundo	Continuación directa de la arteria radial; el arco se completa en el lado medial con la rama profunda de la arteria cubital	Se incurva medialmente, profunda a los tendones de los flexores largos; está en contacto con las bases de los metacarpianos
Digitales palmares comunes	Arco palmar superficial	Pasan distalmente sobre los lumbricales hacia las membranas interdigitales de los dedos
Digitales palmares propias	Arterias digitales palmares comunes	Discurren a lo largo de los lados de los dedos 2.°-5.°
Principal del pulgar	Arteria radial cuando gira hacia el interior de la palma	Desciende sobre la cara palmar del 1.er metacarpiano; se divide en la base de la falange proximal en dos ramas que discurren a lo largo de los lados del pulgar
Radial del índice	Arteria radial; aunque puede originarse de la arteria principal del pulgar	Pasa a lo largo del lado lateral del índice hacia su extremo distal
Arco dorsal del carpo	Arterias radial y cubital	Se arquea en la fascia del dorso de la mano

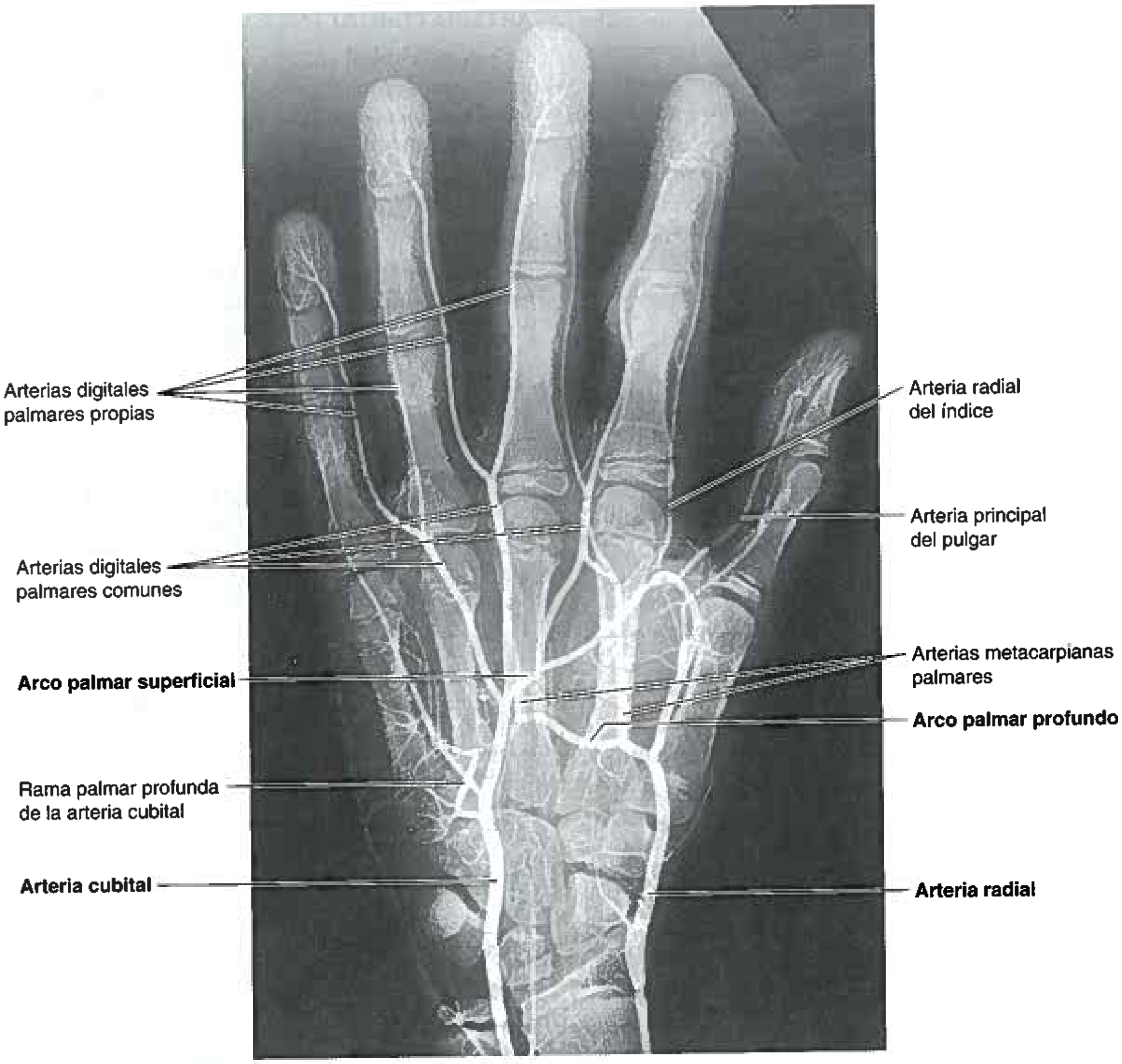

Arterias digitales palmares propias
Arterias digitales palmares comunes
Arco palmar superficial
Rama palmar profunda de la arteria cubital
Arteria cubital
Arteria radial del índice
Arteria principal del pulgar
Arterias metacarpianas palmares
Arco palmar profundo
Arteria radial

FIGURA 6-83. Arteriografía del carpo y de la mano. Los huesos del carpo de este adolescente están totalmente osificados, pero las líneas epifisarias de los huesos largos siguen abiertas. El cierre se produce cuando se completa el crecimiento, normalmente al final de la adolescencia. (Cortesía del Dr. D. Armstrong, University of Toronto, Ontario, Canadá.)

de **arterias digitales palmares propias,** que discurren a lo largo de los lados adyacentes de los dedos 2.° a 4.°.

ARTERIA RADIAL EN LA MANO

La **arteria radial** se curva dorsalmente alrededor del escafoides y el trapecio, y cruza el suelo de la *tabaquera anatómica* (fig. 6-65). Entra en la palma entre las cabezas del 1.er músculo interóseo dorsal y a continuación gira medialmente para pasar entre las cabezas del aductor del pulgar. La arteria radial termina cuando se anastomosa con la rama profunda de la arteria cubital para formar el **arco palmar profundo,** que depende principalmente de la arteria radial. Este arco cruza los metacarpianos justo distalmente a sus bases (fig. 6-79). El arco palmar profundo da origen a tres *arterias metacarpianas palmares* y a la *arteria principal del pulgar* (figuras 6-82 y 6-83). La *arteria radial del índice* pasa a lo largo de la cara lateral del dedo índice; normalmente se origina de la arteria radial, pero también puede hacerlo de la principal del pulgar.

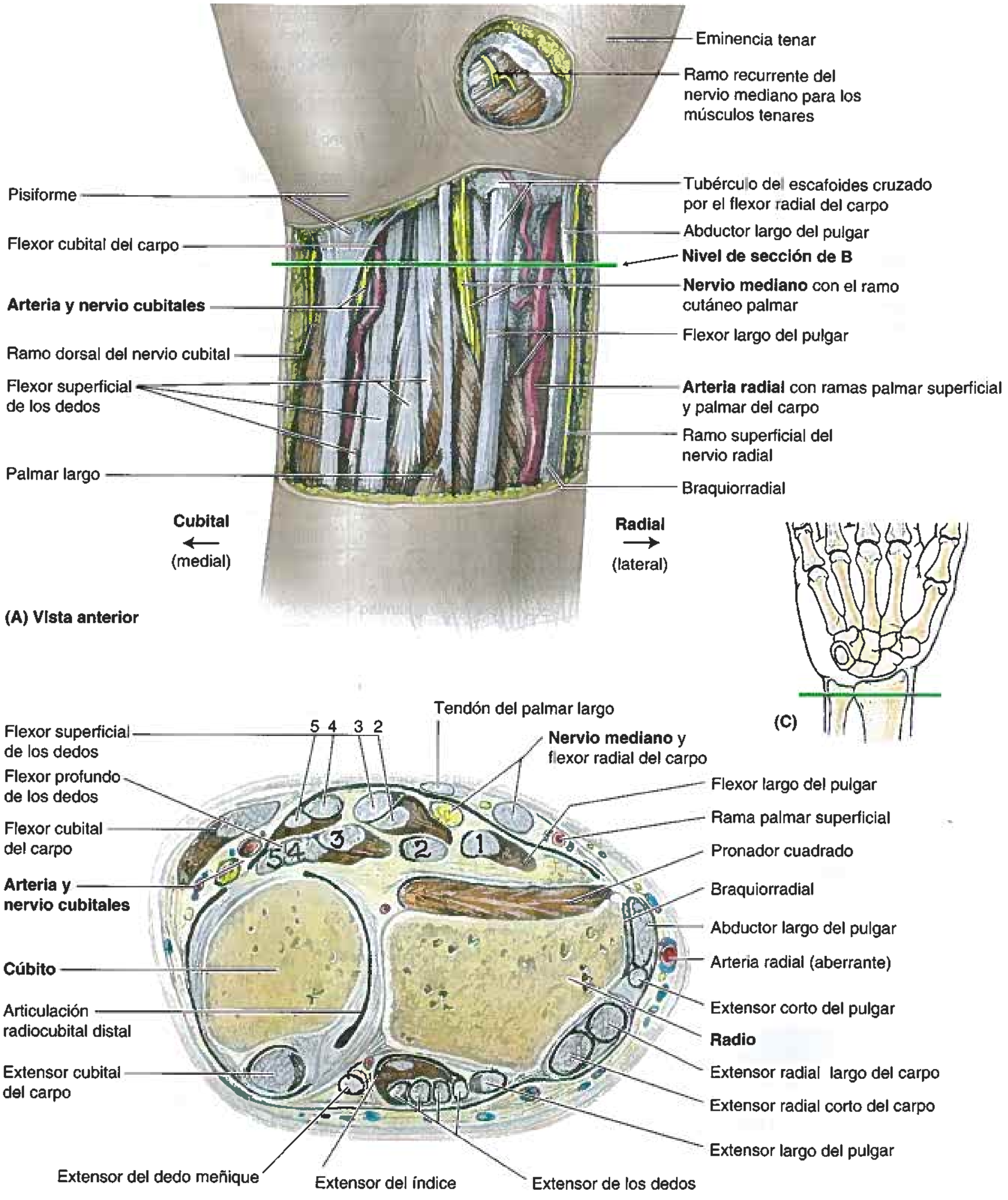
Venas de la mano

Los *arcos venosos palmares superficial* y *profundo,* relacionados con los arcos (arteriales) palmares superficial y profundo, drenan en las venas profundas del antebrazo (fig. 6-68). Las venas digitales dorsales drenan en tres venas metacarpianas dorsales, que se unen para formar una *red venosa dorsal de la mano* (fig. 6-15A). Superficialmente al metacarpo, esta red se prolonga proximalmente hacia la cara lateral y se convierte en la *vena cefálica.* La *vena basílica* se origina del lado medial de la red venosa dorsal de la mano.

Nervios de la mano

Los nervios mediano, cubital y radial inervan la mano (figs. 6-70, 6-77 y 6-84). Además, algunos ramos o comunicaciones de los nervios cutáneos lateral y posterior pueden aportar fibras que inerven la piel del dorso de la mano. Estos nervios y sus ramos en la mano se ilustran en las figuras 6-85 y 6-86A y B, y sus orígenes, recorridos y distribuciones se detallan en la tabla 6-16.

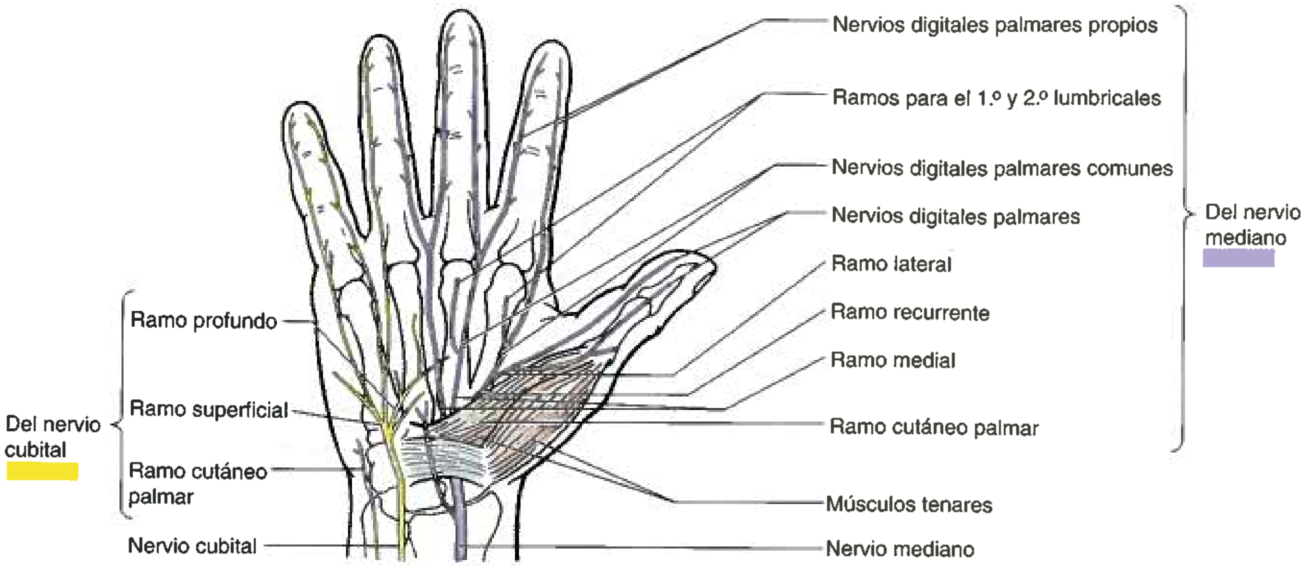
(El texto continúa en p. 786)


Eminencia tenar
Ramo recurrente del nervio mediano para los músculos tenares
Pisiforme
Tubérculo del escafoides cruzado por el flexor radial del carpo
Flexor cubital del carpo
Abductor largo del pulgar
Nivel de sección de B
Arteria y nervio cubitales
Nervio mediano con el ramo cutáneo palmar
Ramo dorsal del nervio cubital
Flexor largo del pulgar
Flexor superficial de los dedos
Arteria radial con ramas palmar superficial y palmar del carpo
Ramo superficial del nervio radial
Palmar largo
Braquiorradial
Cubital
(medial)
Radial
(lateral)
Tendón del palmar largo
(C)
Flexor superficial de los dedos
5 4 3 2
Nervio mediano y flexor radial del carpo
Flexor profundo de los dedos
Flexor largo del pulgar
Rama palmar superficial
Flexor cubital del carpo
5 4 3 2 1
Pronador cuadrado
Braquiorradial
Arteria y nervio cubitales
Abductor largo del pulgar
Arteria radial (aberrante)
Cúbito
Extensor corto del pulgar
Radio
Articulación radiocubital distal
Extensor radial largo del carpo
Extensor cubital del carpo
Extensor radial corto del carpo
Extensor largo del pulgar
Extensor del dedo meñique
Extensor del índice
Extensor de los dedos

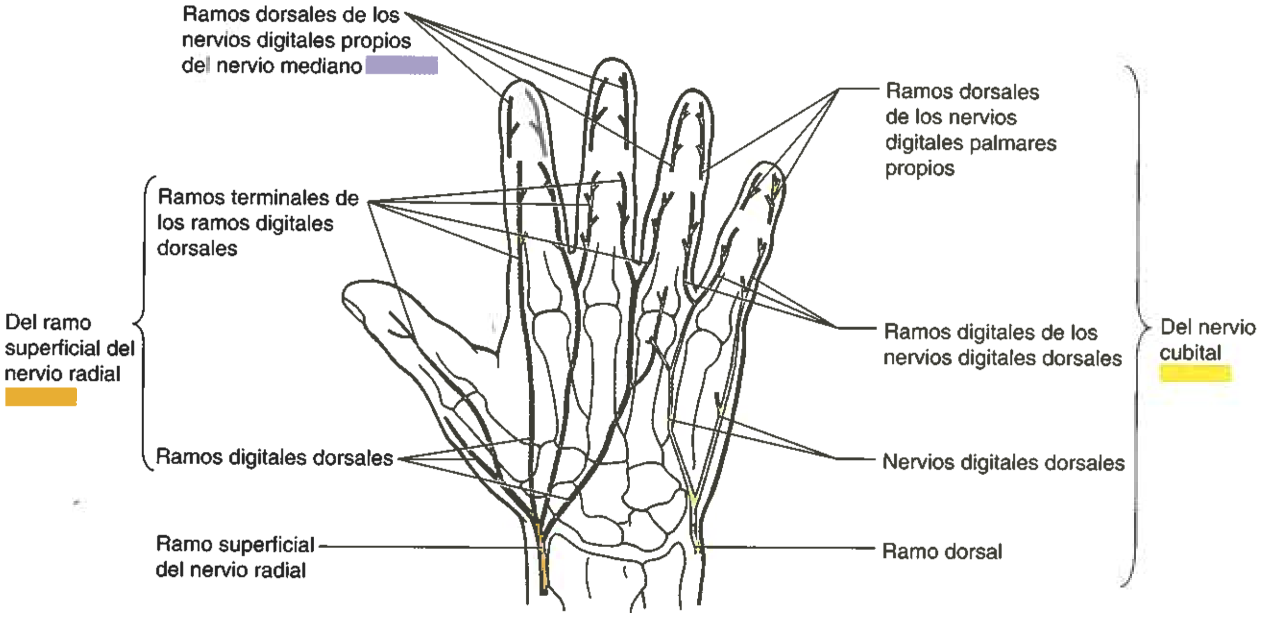
(A) Vista anterior

(B) Vista inferior de una sección transversal del antebrazo distal

FIGURA 6-84. Estructuras del antebrazo distal (región del carpo). A. Se ha realizado una incisión en la piel a lo largo del surco transverso del carpo, cruzando sobre el hueso pisiforme. Se han extirpado proximalmente la piel y la fascia, permitiendo ver los tendones y las estructuras vasculonerviosas. La incisión circular y la extirpación de la piel y la fascia tenar permiten ver el ramo recurrente del nervio mediano para los músculos tenares; debido a su localización subcutánea, es vulnerable a la lesión cuando esta área se lacera. Los tendones de los músculos flexores superficial y profundo de los dedos están numerados (en **B**) de acuerdo al dedo en que se insertan. **B.** Sección transversal del antebrazo distal que muestra los tendones de los flexores y extensores largos, y las estructuras vasculonerviosas en su recorrido desde el antebrazo hasta la mano. El nervio y la arteria cubitales están cubiertos por el flexor cubital del carpo; por lo tanto, en este punto no puede detectarse fácilmente el pulso de la arteria. **C.** Imagen de orientación que indica el plano de sección que se muestra en la parte **B.**


Nervios digitales palmares propios
Ramos para el 1.º y 2.º lumbricales
Nervios digitales palmares comunes
Nervios digitales palmares
Ramo lateral
Ramo recurrente
Ramo medial
Ramo cutáneo palmar
Del nervio mediano
Músculos tenares
Nervio mediano
Ramo profundo
Ramo superficial
Ramo cutáneo palmar
Del nervio cubital
Nervio cubital

(A) Cara palmar


Ramos dorsales de los nervios digitales propios del nervio mediano
Ramos dorsales de los nervios digitales palmares propios
Ramos terminales de los ramos digitales dorsales
Del ramo superficial del nervio radial
Ramos digitales de los nervios digitales dorsales
Del nervio cubital
Ramos digitales dorsales
Nervios digitales dorsales
Ramo superficial del nervio radial
Ramo dorsal

(B) Cara dorsal

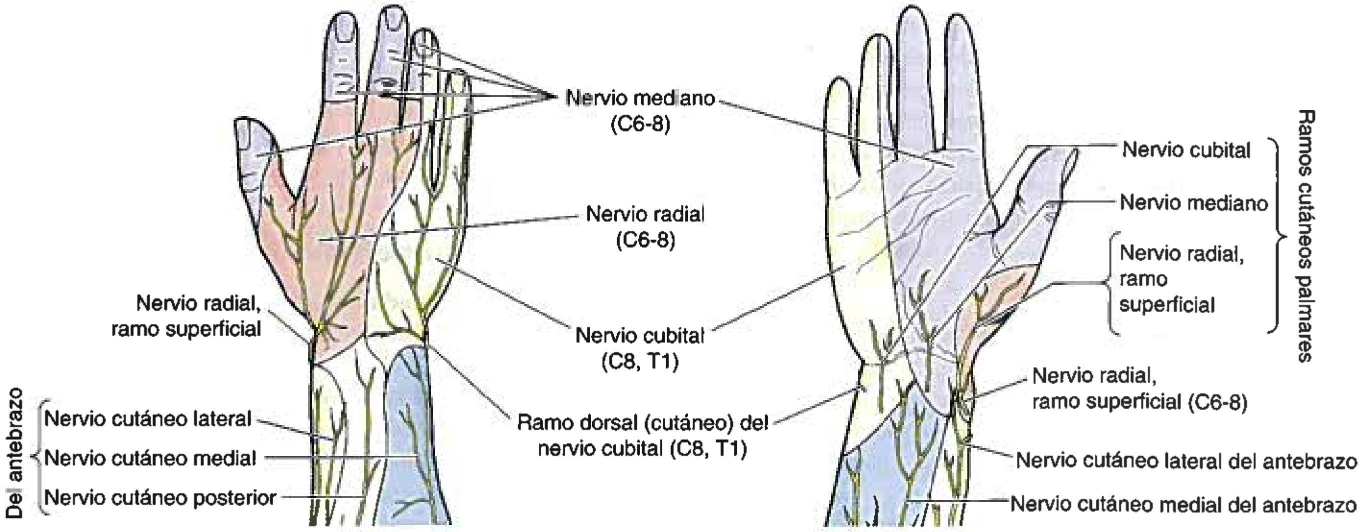
FIGURA 6-85. Ramos de los nervios de la mano.

TABLA 6-16. NERVIOS DE LA MANO

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Nervio mediano	Se origina de dos raíces, una del fascículo lateral del plexo braquial (C6 y fibras del C7) y la otra del fascículo medial (C8 y fibras del T1)	Se hace superficial proximal al carpo; pasa profundo al retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo) cuando pasa a través del condcuto (túnel) carpiano hacia la mano	Músculos tenares (excepto el aductor del pulgar y la cabeza profunda del flexor corto del pulgar) y lumbricales laterales (para los dedos 2.º y 3.º); proporciona sensibilidad a la piel de las caras palmar y dorsal distal de los tres primeros y la mitad lateral del 4.º dedos laterales (radiales) y la palma adyacente
Ramo recurrente (tenar) del nervio mediano	Se origina en el nervio mediano una vez ha pasado distal al retináculo de los músculos flexores	Se incurva alrededor del borde distal del retináculo de los músculos flexores; entra en los músculos tenares	Abductor corto del pulgar; oponente del pulgar; cabeza superficial del flexor corto del pulgar
Ramo lateral del nervio mediano	Se origina como una división lateral del nervio mediano cuando entra en la palma de la mano	Discurre lateralmente hacia la parte palmar del pulgar y el lado radial del 2.º dedo	1.er lumbrical; piel de las caras palmar y dorsal distal del pulgar y la mitad radial del 2.º dedo

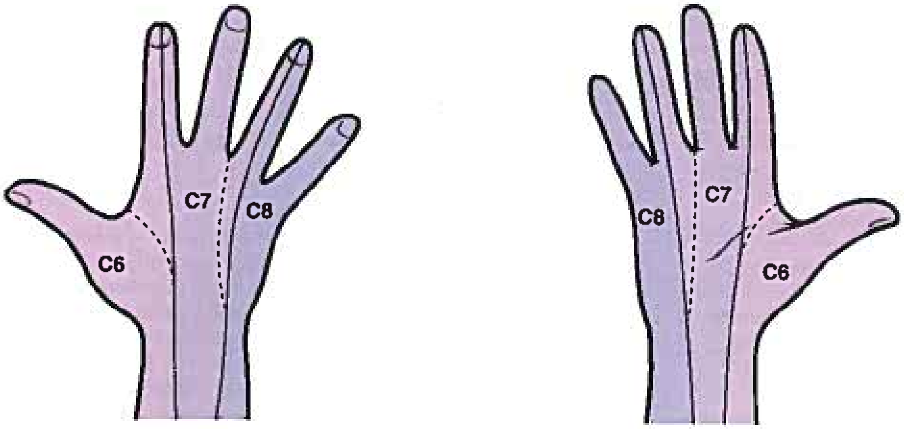
TABLA 6-16. NERVIOS DE LA MANO *(Continuación)*

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Ramo medial del nervio mediano	Se origina como división medial del nervio mediano cuando entra en la palma de la mano	Discurre medialmente a las caras adyacentes de los dedos 2.°-4.°	2.° lumbrical; piel de las caras palmar y dorsal distal de los lados adyacentes de los dedos 2.°-4.°
Ramo cutáneo palmar del nervio mediano	Se origina en el nervio mediano justo proximal al retináculo de los músculos flexores	Pasa entre los tendones del palmar largo y el flexor radial del carpo; discurre superficial hacia el retináculo de los músculos flexores	Piel de la parte central de la palma
Nervio cubital	Es un ramo terminal del fascículo medial del plexo braquial (C8 y fibras de T1; a menudo recibe también fibras de C7)	Se hace superficial en la porción distal del antebrazo, pasando superficial hacia el retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo) para entrar en la mano	La mayor parte de los músculos intrínsecos de la mano (hipotenares, interóseos, aductor del pulgar y cabeza profunda del flexor corto del pulgar, más los lumbricales mediales [para los dedos 4.° y 5.°]); proporciona sensibilidad a las caras palmar y dorsal distal del 1.er dedo y la mitad del 2.° (lado cubital) y la palma adyacente
Ramo cutáneo palmar del nervio cubital	Se origina en el nervio cubital cerca de la porción media del antebrazo	Desciende sobre la arteria cubital y perfora la fascia profunda en el tercio distal del antebrazo	Piel de la base medial de la palma sobre el carpo medial
Ramo dorsal del nervio cubital	Se origina en el nervio cubital alrededor de 5 cm proximal al retináculo de los músculos flexores	Pasa distalmente profundo hacia el flexor cubital del carpo, perfora dorsalmente la fascia profunda y recorre la cara medial del dorso de la mano, dividiéndose en dos o tres nervios digitales dorsales	Piel de la cara medial del dorso de la mano y porciones proximales del dedo meñique y la mitad medial del dedo anular (a veces también las caras adyacentes de los dedos anular y medio)
Ramo superficial del nervio cubital	Se origina en el nervio cubital en el carpo al pasar entre los huesos pisiforme y ganchoso	Tras pasar por el palmar corto se divide en dos nervios digitales palmares comunes	Palmar corto y sensibilidad de la piel de las caras dorsal distal y palmar del 5.° dedo y la cara medial (cubital) del 4.° dedo y la porción proximal de la palma
Ramo profundo del nervio cubital		Pasa entre los músculos de la eminencia hipotenar para atravesar profundamente la palma con el arco (arterial) palmar profundo	Músculos hipotenares (abductor, flexor y oponente del dedo meñique), lumbricales de los dedos 4.° y 5.°, todos los interóseos, aductor del pulgar y cabeza profunda del flexor corto del pulgar
Nervio radial, ramo superficial	Se origina en el nervio radial en la fosa del codo	Discurre profundo al braquiorradial, para emerger desde abajo y perforar la fascia profunda lateral hacia la porción distal del radio	Piel de la mitad lateral (radial) de la cara dorsal de la mano y el pulgar, las porciones proximales de las caras dorsales de los dedos 2.° y 3.° y de la mitad lateral (radial) del dedo 4.°


Nervio mediano (C6-8)
Nervio radial (C6-8)
Nervio radial, ramo superficial
Nervio cubital (C8, T1)
Ramo dorsal (cutáneo) del nervio cubital (C8, T1)
Del antebrazo
Nervio cutáneo lateral
Nervio cutáneo medial
Nervio cutáneo posterior
Nervio cubital
Nervio mediano
Nervio radial, ramo superficial
Ramos cutáneos palmares
Nervio radial, ramo superficial (C6-8)
Nervio cutáneo lateral del antebrazo
Nervio cutáneo medial del antebrazo

(A) Vista posterior **(B) Vista anterior**

FIGURA 6-86. Inervación sensitiva del carpo y la mano. A y B. Distribución de los nervios cutáneos de la mano y el carpo. C y D. Dermatomas de la mano y el carpo *(continúa).*



(C) Vista posterior (D) Vista anterior

FIGURA 6-86. *(Continuación.)*

En la mano, estos nervios transportan fibras sensitivas de los nervios espinales C6-8 a la piel, de modo que los dermatomas C6-8 engloban la mano (fig. 6-86C y D). Los nervios mediano y cubital contienen fibras motoras del nervio espinal T1 que se dirigen a la mano; los músculos intrínsecos de la mano configuran el miotoma T1 (fig. 6-20F).

NERVIO MEDIANO EN LA MANO

El *nervio mediano* entra en la mano a través del conducto (túnel) carpiano, en profundidad al retináculo de los músculos flexores, junto con los nueve tendones del flexor superficial de los dedos, el flexor profundo de los dedos y el flexor largo del pulgar (fig. 6-84). El **conducto (túnel) carpiano** es la vía de paso situada en profundidad en relación con el retináculo de los músculos flexores, entre los tubérculos de los huesos escafoides y trapezoide en la cara lateral, y el pisiforme y el gancho del ganchoso en la cara medial. Distalmente al conducto carpiano, el nervio mediano inerva dos músculos tenares y medio, y los lumbricales 1.º y 2.º (fig. 6-85A). También emite fibras sensitivas para la piel de toda la superficie palmar, los lados de los tres primeros dedos, la mitad lateral del 4.º dedo y el dorso de las mitades distales de estos dedos. Adviértase, no obstante, que el *ramo cutáneo palmar del nervio mediano,* que inerva la porción central de la palma, se origina proximalmente al retináculo de los músculos flexores y pasa superficialmente a éste (o sea, que no pasa a través del conducto [túnel] carpiano).

NERVIO CUBITAL EN LA MANO

El *nervio cubital* emerge de debajo del tendón del flexor cubital del carpo para abandonar el antebrazo (figs. 6-77 y 6-84). Continúa distalmente hacia el carpo a través del *conducto cubital* (fig. 6-70). Ahí, la fascia lo sujeta a la cara anterior del retináculo de los músculos flexores cuando pasa entre el pisiforme (medialmente) y la arteria cubital (lateralmente).

Justo en la parte proximal del carpo, el nervio cubital da origen a un *ramo cutáneo palmar,* que discurre superficialmente respecto al retináculo de los músculos flexores y la aponeurosis palmar para inervar la piel de la cara medial de la palma (fig. 6-85A).

El *ramo cutáneo dorsal del nervio cubital* inerva la mitad medial del dorso de la mano, el 5.º dedo y la mitad medial del 4.º dedo (fig. 6-85B). El nervio cubital termina en el borde distal del retináculo de los músculos flexores cuando se divide en sus ramos superficial y profundo (fig. 6-77B).

El *ramo superficial del nervio cubital* aporta ramos cutáneos para las superficies anteriores del dedo más medial y la mitad del siguiente. El *ramo profundo del nervio cubital* inerva los músculos hipotenares, los dos lumbricales mediales, el aductor del pulgar, la cabeza profunda del flexor corto del pulgar y todos los interóseos. El ramo profunda también inerva diversas articulaciones (radiocarpiana, intercarpianas, carpometacarpianas e intermetacarpianas). Con frecuencia se describe al nervio cubital como el *nervio de los movimientos finos,* ya que inerva la mayoría de los músculos intrínsecos que están implicados en los movimientos complejos de la mano (tabla 6-16).

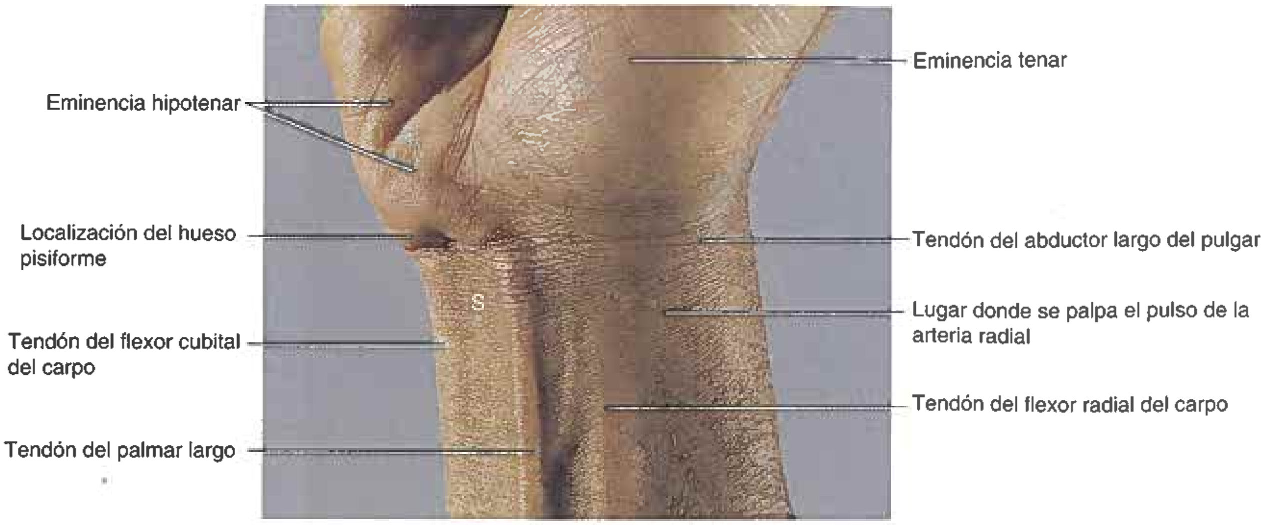
NERVIO RADIAL EN LA MANO

El *nervio radial* no inerva ningún músculo de la mano (tabla 6-16). El *ramo superficial del nervio radial* es completamente sensitivo (fig. 6-85B). Perfora la fascia profunda cerca del dorso del carpo para inervar la piel y la fascia de los dos tercios laterales del dorso de la mano, el dorso del pulgar y las porciones proximales del primer dedo y la mitad del siguiente (fig. 6-86A).

Anatomía de superficie de la mano

El **pulso de la arteria radial,** al igual que los otros pulsos palpables, es un reflejo periférico de la actividad cardíaca. La frecuencia del pulso radial se mide en la zona en que la arteria radial pasa por la superficie anterior del extremo distal del radio, lateralmente al tendón del flexor radial del carpo, que sirve como guía para identificarla (fig. 6-87). En esa localización se pueden notar sus pulsaciones entre los tendones del flexor radial del carpo y el abductor largo del pulgar, donde se la puede comprimir contra el radio.

Los *tendones del flexor radial del carpo y el palmar largo* se pueden palpar por delante del carpo, un poco lateralmente a su mitad, y normalmente son visibles si se flexiona el puño cerrado


Eminencia hipotenar
Eminencia tenar
Localización del hueso pisiforme
Tendón del abductor largo del pulgar
S
Lugar donde se palpa el pulso de la arteria radial
Tendón del flexor cubital del carpo
Tendón del flexor radial del carpo
Tendón del palmar largo

Vista anterolateral S = Localización de los tendones del flexor superficial de los dedos

FIGURA 6-87. **Anatomía de superficie de la región anterior del carpo.**

contra resistencia. El tendón del palmar largo es más pequeño que el del flexor radial del carpo y no siempre está presente. El tendón del palmar largo sirve como referencia para la localización del nervio mediano, que se sitúa en profundidad al tendón (fig. 6-84B). El *tendón del flexor cubital del carpo* se puede palpar cuando cruza la cara anterior del carpo, cerca de su lado medial, y se inserta en el pisiforme. El tendón del flexor cubital del carpo sirve como referencia para la localización del nervio y la arteria cubitales.

Los *tendones del flexor superficial de los dedos* se pueden palpar cuando se flexionan y extienden alternativamente los dedos. En general, el pulso de la arteria cubital es difícil de palpar. Los *tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar* demarcan el límite anterior de la *tabaquera anatómica* (fig. 6-88), y el *tendón del extensor largo del pulgar* señala su límite posterior. La arteria radial cruza el suelo de la tabaquera anatómica, donde se pueden notar sus pulsaciones (fig. 6-65B). En el suelo de la tabaquera anatómica se pueden palpar los huesos *escafoides* y, con menos definición, *trapecio.*

La piel que recubre el dorso de la mano es delgada y laxa cuando la mano está relajada, lo cual permite formar pliegues cuando se la pellizca y se tira de ella. La laxitud de la piel se debe a la movilidad del tejido subcutáneo y a los relativamente escasos retináculos (ligamentos) cutáneos fibrosos presentes. En esta región y en las partes proximales de los dedos puede haber pelo, sobre todo en los varones.

Si se examina el dorso de la mano con el carpo extendido contra resistencia y los dedos abducidos, se puede observar cómo sobresalen los *tendones del extensor de los dedos,* especialmente en personas delgadas (fig. 6-88). Estos tendones no son visibles más allá de los nudillos, ya que ahí se aplanan para formar las expansiones extensoras de los dedos (fig. 6-63B).

Los nudillos que se hacen visibles cuando se cierra el puño están formados por las cabezas de los metacarpianos. Por debajo del laxo tejido subcutáneo y los tendones extensores del dorso de la mano se pueden palpar los metacarpianos. La *red venosa dorsal* es un rasgo distintivo del dorso de la mano (fig. 6-15A).

La piel de la palma es gruesa porque debe resistir el uso y desgaste del trabajo y el ocio (fig. 6-89). Está ricamente dotada de glándulas sudoríparas, pero no contiene pelos ni glándulas sebáceas.

El *arco palmar superficial* pasa por el centro de la palma, a la altura del borde distal del pulgar cuando se encuentra en extensión completa. La porción principal del arco termina en la *eminencia tenar.*

El *arco palmar profundo* se encuentra aproximadamente a 1 cm del arco palmar superficial en dirección proximal. En la piel de la palma se observan diversos *surcos de flexión* más o menos constantes allí donde la piel se encuentra firmemente unida a la fascia profunda, que ayudan a localizar heridas palmares y estructuras subyacentes (fig. 6-89A):

- **Surcos de la región del carpo –proximal, medio y distal.** El surco distal del carpo señala el borde proximal del retináculo de los músculos flexores.
- **Surcos palmares –transversos y longitudinales.** La profundidad de los surcos longitudinales aumenta cuando se opone el pulgar; la de los transversos lo hace cuando se flexionan las articulaciones metacarpofalángicas.
  - (1) **Surco longitudinal radial** (la «línea de la vida» de la quiromancia): rodea parcialmente la *eminencia tenar,* formada por los músculos cortos del pulgar.
  - (2) **Surco palmar proximal (transverso):** comienza en el borde lateral de la palma, superficialmente a la cabeza del 2.º metacarpiano, y se extiende en dirección medial y ligeramente proximal a lo largo de la palma, por encima de los cuerpos de los metacarpianos 3.º a 5.º.
- **Surco palmar distal (transverso).** El surco palmar distal comienza en o cerca de la comisura entre los dedos índice y medio, cruza la palma con una ligera convexidad, por encima de la cabeza del 3.^{er} metacarpiano y luego proximalmente a las cabezas de los metacarpianos 4.º y 5.º.

En cada uno de los cuatro dedos mediales se observan normalmente *tres surcos digitales transversos de flexión:*

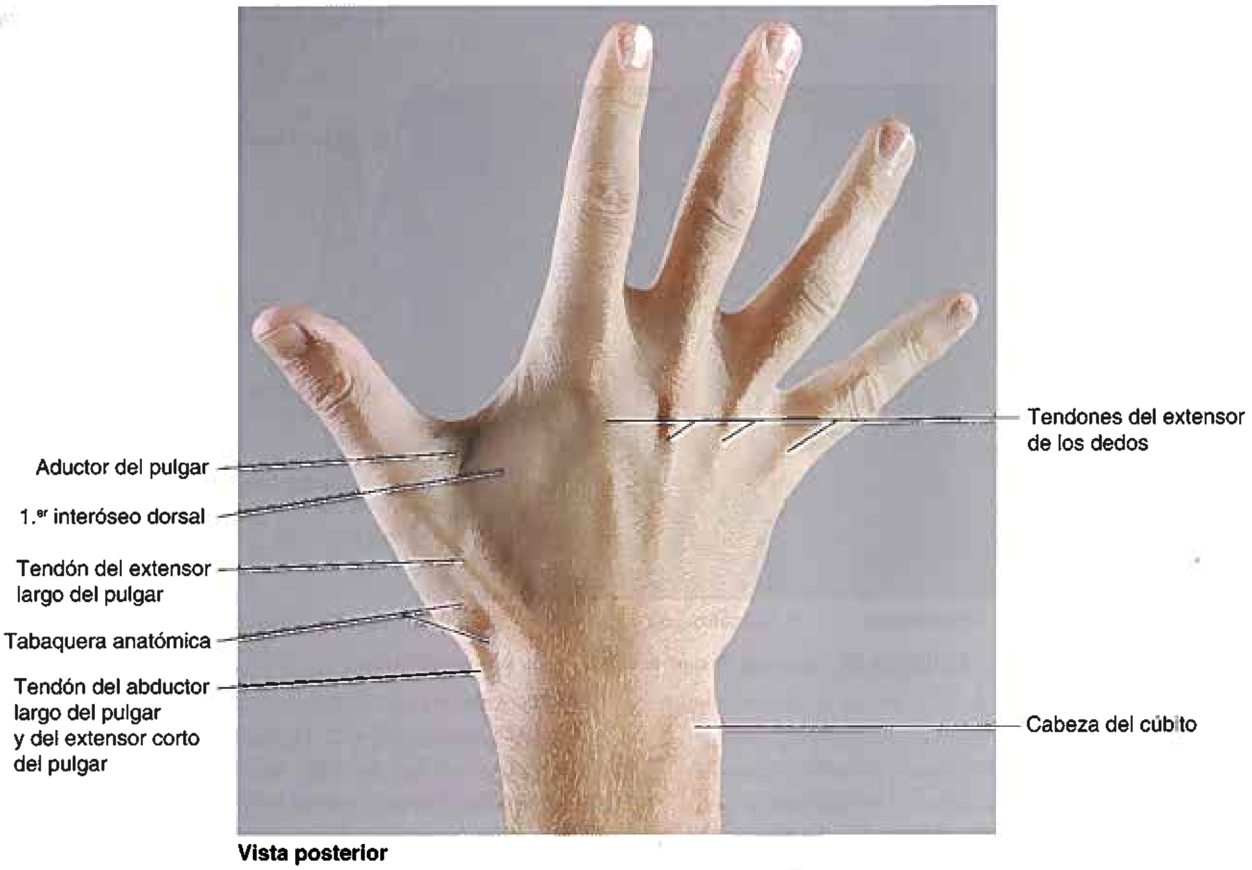

Tendones del extensor de los dedos
Aductor del pulgar
1.er interóseo dorsal
Tendón del extensor largo del pulgar
Tabaquera anatómica
Tendón del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar
Cabeza del cúbito
Vista posterior

FIGURA 6-88. Anatomía de superficie del dorso de la mano.

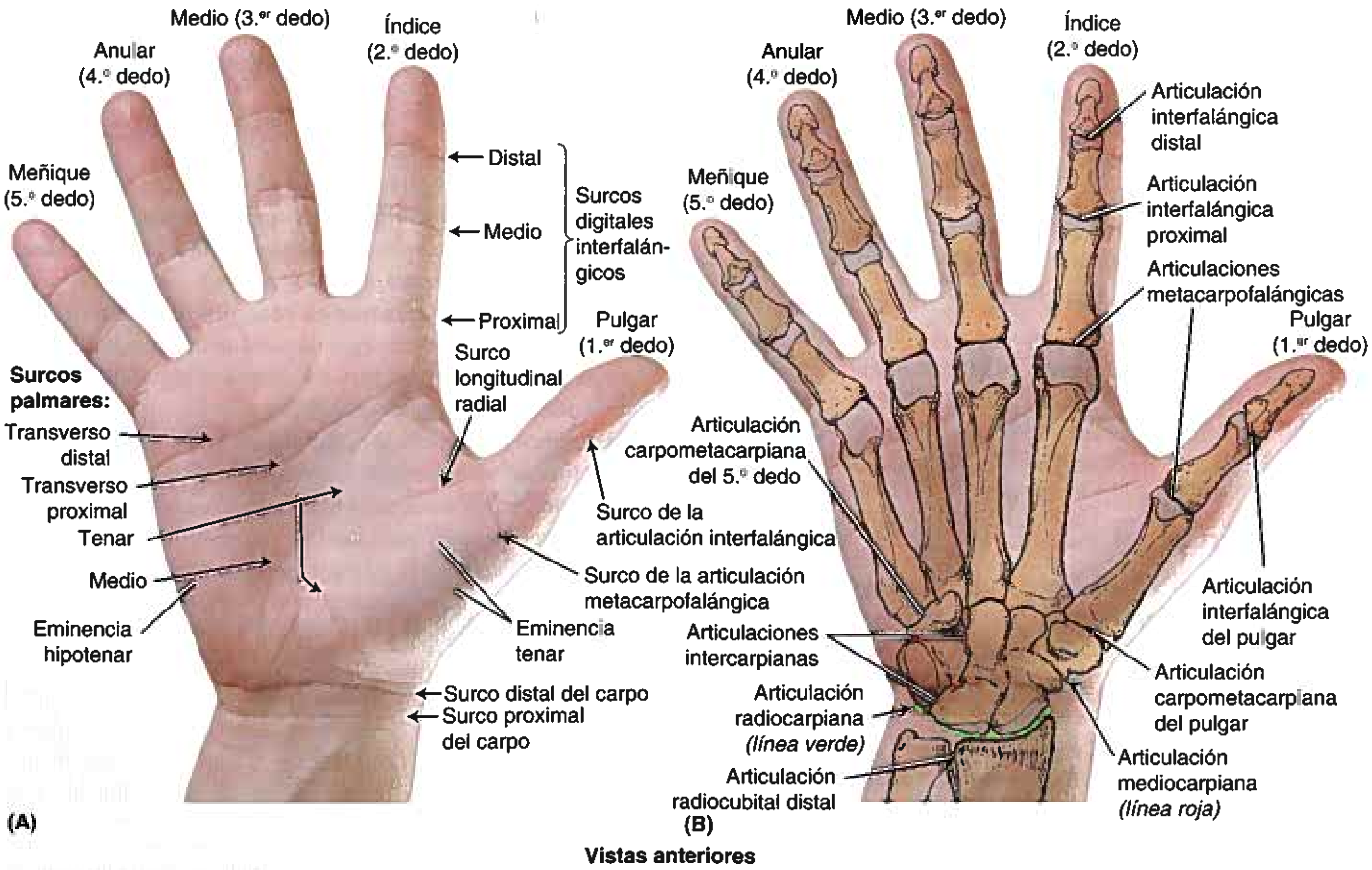

Medio (3.er dedo)
Índice (2.º dedo)
Anular (4.º dedo)
Meñique (5.º dedo)
Distal
Medio
Proximal
Surcos digitales interfalángicos
Pulgar (1.er dedo)
Surco longitudinal radial
Surcos palmares:
Transverso distal
Transverso proximal
Tenar
Medio
Eminencia hipotenar
Surco de la articulación interfalángica
Surco de la articulación metacarpofalángica
Eminencia tenar
Surco distal del carpo
Surco proximal del carpo
(A)
Medio (3.er dedo)
Índice (2.º dedo)
Anular (4.º dedo)
Meñique (5.º dedo)
Articulación interfalángica distal
Articulación interfalángica proximal
Articulaciones metacarpofalángicas
Pulgar (1.er dedo)
Articulación carpometacarpiana del 5.º dedo
Articulación interfalángica del pulgar
Articulaciones intercarpianas
Articulación carpometacarpiana del pulgar
Articulación radiocarpiana (línea verde)
Articulación mediocarpiana (línea roja)
Articulación radiocubital distal
(B)
Vistas anteriores

FIGURA 6-89. Anatomía de superficie de la cara palmar de la mano.

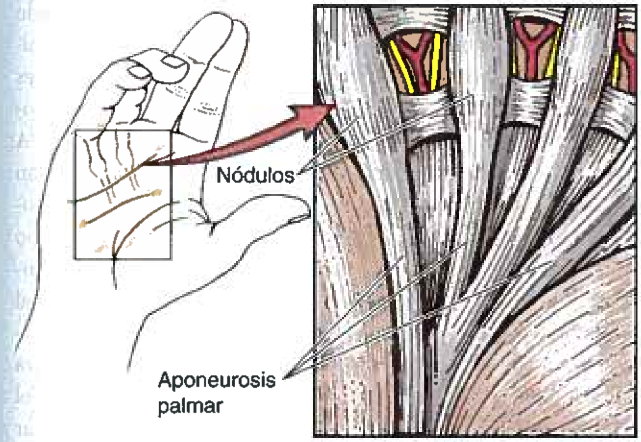
- **Surco digital proximal:** localizado en la raíz del dedo, aproximadamente a 2 cm de la articulación metacarpofalángica en dirección distal.
- **Surco digital medio:** por encima de la articulación interfalángica proximal.
- **Surco digital distal:** por encima de la articulación interfalángica distal o justo proximalmente a ésta.

El pulgar, como dispone de dos falanges, sólo tiene dos surcos de flexión. El surco digital proximal del pulgar cruza oblicuamente en la 1.ª articulación metacarpofalángica o proximalmente a ésta. Los **surcos cutáneos** de los pulpejos de los dedos, que forman las *huellas digitales*, se utilizan para la identificación de las personas debido a sus patrones únicos. Los surcos tienen la función fisiológica de disminuir el deslizamiento de los objetos que se agarran.

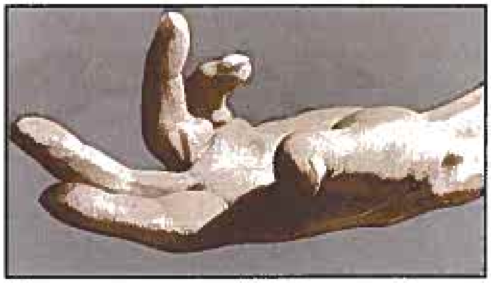
MANO

Contractura de Dupuytren de la fascia palmar

La *contractura de Dupuytren* es una enfermedad de la fascia palmar que provoca acortamiento, engrosamiento y fibrosis progresivos de la fascia palmar y la aponeurosis palmar. La degeneración fibrosa de las bandas longitudinales de la aponeurosis en el lado medial de la mano tracciona los dedos 4.º y 5.º, lo que provoca una flexión parcial al nivel de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas proximales (fig. C6-29A). La contractura suele ser bilateral y se observa en algunos varones de más de 50 años de edad. Su causa es desconocida, pero la evidencia apunta a una predisposición hereditaria. Este trastorno se manifiesta primero como engrosamientos nodulares de la aponeurosis palmar que se adhieren a la piel. Gradualmente, la contractura progresiva de las bandas longitudinales produce crestas elevadas en la piel de la palma que se extienden desde la parte proximal de la mano hasta la base de los dedos 4.º y 5.º (fig. C6-29B). Por lo general, el tratamiento de la contractura de Dupuytren implica la escisión quirúrgica de todas las partes fibrosadas de la fascia palmar para liberar los dedos (Salter, 1999).



(A) Bandas longitudinales de la aponeurosis palmar hacia las vainas fibrosas digitales de los dedos 4.º y 5.º, nodulares y contraídas



(B)

FIGURA C6-29. Contractura de Dupuytren.

Infecciones de la mano

Dado que la fascia palmar es gruesa y fuerte, las tumefacciones resultantes de infecciones de la mano aparecen generalmente en el dorso de la mano, donde la fascia es más delgada. Los espacios fasciales potenciales de la palma son importantes porque pueden llegar a infectarse. Los espacios fasciales determinan la extensión y dirección de la propagación del pus formado en estas infecciones.

Según el lugar de la infección, el pus se acumulará en los compartimientos tenar, hipotenar, mediopalmar o adductor (fig. 6-75A). El tratamiento antibiótico ha hecho que las infecciones que se extienden más allá de estos compartimientos fasciales sean excepcionales, pero una infección no tratada puede propagarse proximalmente desde el espacio mediopalmar a través del conducto carpiano (túnel carpiano) hasta el antebrazo, anterior al pronador cuadrado y su fascia.

Tendosinovitis

Las lesiones como una herida punzante en un dedo con un clavo oxidado pueden provocar infección de la vaina sinovial del dedo. Cuando se produce la inflamación del tendón y la vaina sinovial **(tendosinovitis)**, el dedo está tumefacto y el movimiento resulta doloroso. Dado que los tendones de los dedos 2.º a 4.º casi siempre tienen vainas sinoviales independientes, la infección normalmente se confina al dedo infectado. Sin embargo, si la infección no se trata, los extremos proximales de estas vainas pueden romperse y permitir que la infección se propague por el espacio mediopalmar (fig. 6-75B).

Debido a que la vaina sinovial del dedo meñique se continúa normalmente con la vaina común de los flexores (fig. 6-81B), la tendosinovitis en este dedo puede propagarse hacia la vaina común de los flexores, y así, a través de la palma y el conducto carpiano (túnel carpiano), hasta la parte anterior del antebrazo, drenando en el espacio situado entre el pronador cuadrado y los tendones flexores que lo cubren (*espacio de Parona*). Igualmente, la tendosinovitis del pulgar puede extenderse a través de la vaina sinovial continua del flexor largo del pulgar (bolsa radial). El alcance de una infección a partir de los dedos depende de las variaciones en sus conexiones con la vaina común de los flexores.

Los tendones del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar se encuentran en la misma vaina tendinosa en el dorso de la muñeca. La fricción excesiva de estos tendones provoca el engrosamiento fibroso de la vaina y la estenosis del túnel osteofibroso. La fricción excesiva se debe al uso enérgico repetido de las manos al agarrar y retorcer (p. ej., al escurrir ropa). Este trastorno, conocido como **tendosinovitis estenosante de De Quervain,** causa dolor en el carpo que irradia proximalmente hacia el antebrazo y distalmente hacia el pulgar. Existe una sensibilidad dolorosa local sobre la vaina común de los flexores en la cara lateral del carpo.

El engrosamiento de una vaina fibrosa del dedo en su cara palmar produce la estenosis del túnel osteofibroso, consecuencia del uso enérgico repetido de los dedos. Si los tendones de los flexores superficial y profundo de los dedos aumentan de tamaño proximalmente al túnel, la persona es incapaz de extender el dedo. Cuando el dedo se extiende pasivamente, se oye un chasquido. La flexión produce otro chasquido cuando el tendón engrosado se mueve. Esta afección se denomina tendosinovitis estenosante digital (*dedo en gatillo* o en resorte).

Laceración de los arcos palmares

Generalmente, cuando los arcos palmares (arteriales) se laceran, se produce una hemorragia abundante. Cuando los arcos están lacerados, puede que ligar sólo una de las arterias del antebrazo sea insuficiente, ya que estos vasos suelen tener numerosas comunicaciones en el antebrazo y la mano, y por lo tanto sangran por ambos extremos. Para obtener un campo quirúrgico incruento para el tratamiento de lesiones complicadas de la mano, puede ser necesario comprimir la arteria braquial y sus ramas proximalmente al codo (p. ej., mediante un torniquete neumático). Este procedimiento impide que la sangre alcance las arterias radial y cubital a través de las anastomosis en torno al codo (fig. 6-67A).

Isquemia de los dedos

El frío y los estímulos emocionales provocan típicamente crisis bilaterales intermitentes de *isquemia de los dedos,* evidenciada por cianosis y que a menudo se acompaña de parestesias y dolor. Este trastorno puede deberse a una anomalía anatómica o a una enfermedad subyacente. Cuando su causa es idiopática (desconocida) o primaria, se denomina *síndrome* (enfermedad) *de Raynaud.*

Las arterias del miembro superior están inervadas por nervios simpáticos. Las fibras postsinápticas procedentes de los ganglios simpáticos entran en nervios que forman el plexo braquial y se distribuyen a las arterias de los dedos a través de ramos que se originan en el plexo. Para tratar la isquemia provocada por un síndrome de Raynaud, puede ser necesario llevar a cabo una *simpatectomía* (escisión de un segmento de un nervio simpático) *presináptica* cervicodorsal para dilatar las arterias de los dedos.

Lesiones del nervio mediano

Las lesiones del nervio mediano suelen producirse en dos lugares: el antebrazo y el carpo. La localización más frecuente es donde el nervio pasa a través del conducto (túnel) carpiano.

SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO (CONDUCTO CARPIANO)

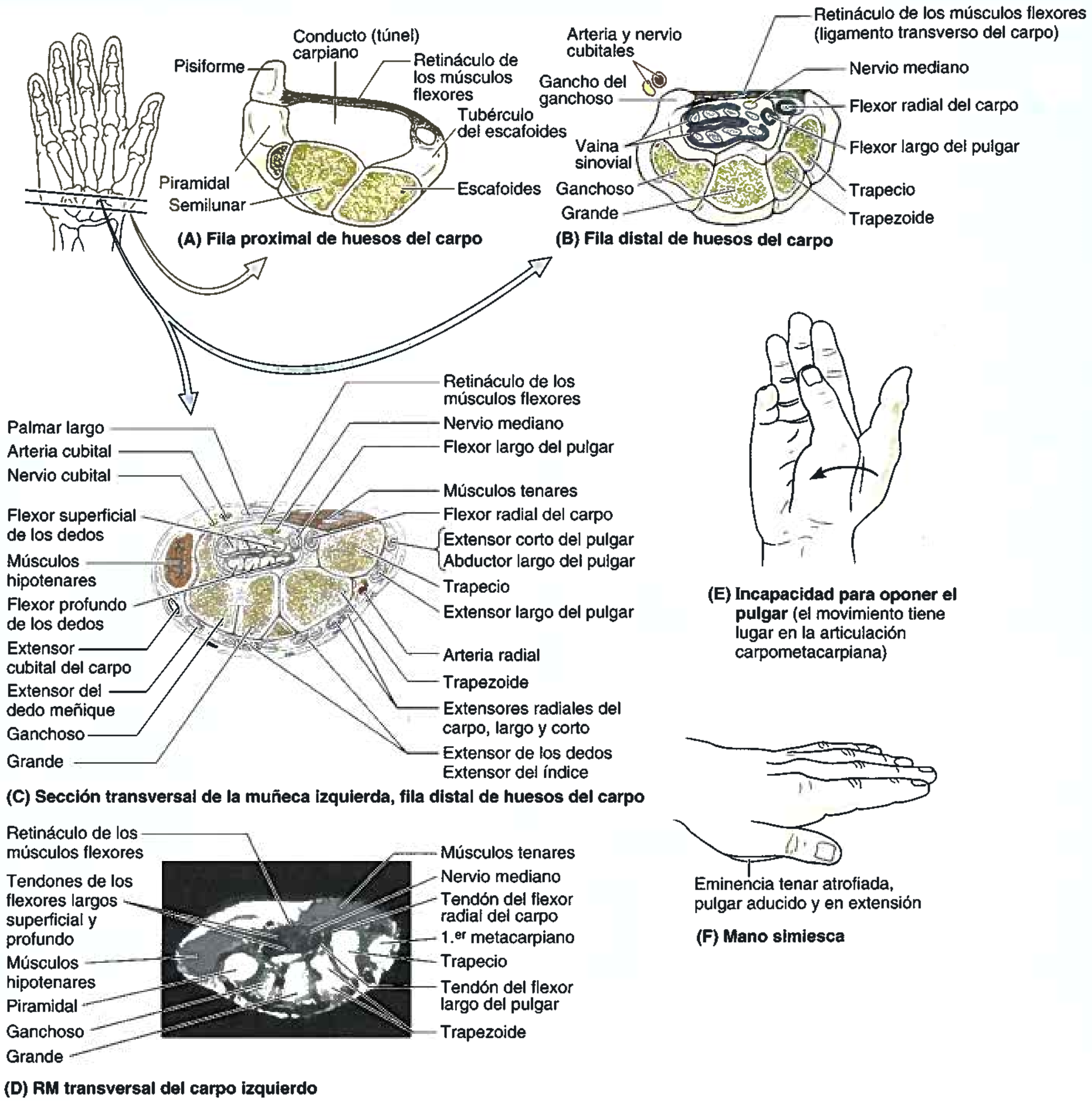
El síndrome del túnel carpiano (conducto carpiano) es el resultado de cualquier lesión que reduce de modo significativo el tamaño del conducto carpiano (fig. C6-30A a D), o más frecuentemente, que aumenta el tamaño de alguna de las estructuras (o de sus envolturas) que pasan a través de él (p. ej., inflamación de las vainas sinoviales). La retención de líquidos, las infecciones y el ejercicio excesivo con los dedos pueden provocar la hinchazón de los tendones o de sus vainas sinoviales. El nervio mediano es la estructura más sensible del conducto carpiano. El nervio mediano tiene dos ramos terminales sensitivos que inervan la piel de la mano; de aquí que pueda aparecer **parestesia** (hormigueo), **hipoestesia** (disminución de la sensibilidad) o **anestesia** (ausencia de sensibilidad) en el pulgar, los dos dedos adyacentes y la mitad lateral del siguiente. El ramo palmar del nervio mediano se origina proximal al conducto carpiano y no lo atraviesa; de este modo, la sensibilidad de la parte central de la palma se mantiene intacta. Este nervio tiene también un ramo terminal motor, el ramo recurrente, que inerva los tres músculos tenares (fig. 6-85A).

Si no se alivia la causa de la compresión, puede producirse una pérdida progresiva de coordinación y potencia en el pulgar (debido a la debilidad del abductor corto del pulgar y del oponente del pulgar). Los individuos con síndrome del túnel carpiano son incapaces de oponer el pulgar (fig. C6-30E) y tienen dificultades para abotonarse una camisa, así como para agarrar objetos como un peine. A medida que avanza el trastorno, las alteraciones sensitivas irradian al antebrazo y la axila. Los síntomas de la compresión pueden reproducirse comprimiendo el nervio mediano con el dedo en el carpo durante aproximadamente 30 s. Para aliviar la compresión y los síntomas resultantes, puede ser necesaria la división quirúrgica, parcial o completa, del retináculo de los músculos flexores, una intervención denominada **liberación del túnel carpiano.** La incisión para la liberación del túnel carpiano se realiza cerca del lado medial del carpo y el retináculo de los músculos flexores, con el fin de evitar posibles lesiones del ramo recurrente del nervio mediano.

TRAUMATISMOS DEL NERVIO MEDIANO

A menudo, la laceración del carpo causa una lesión del nervio mediano, ya que éste se encuentra relativamente próximo a la superficie. En las tentativas de suicidio cortándose en la región del carpo (muñeca) suele lesionarse el nervio mediano justo proximal al retináculo de los músculos flexores. Esto provoca parálisis de los músculos tenares y de los dos primeros lumbricales. Por ello, es imposible la oposición del pulgar, y el control fino de los movimientos de los dedos 2.º y 3.º está alterado. También hay pérdida de sensibilidad en el pulgar, los dos dedos adyacentes y parte del siguiente.

La mayoría de las lesiones del miembro superior afecta la oposición del pulgar (fig. 6-76). No cabe duda de que las lesiones de los


Conducto (túnel) carpiano
Pisiforme
Retináculo de los músculos flexores
Tubérculo del escafoides
Piramidal
Semilunar
Escafoides
Arteria y nervio cubitales
Gancho del ganchoso
Vaina sinovial
Ganchoso
Grande
Retináculo de los músculos flexores (ligamento transverso del carpo)
Nervio mediano
Flexor radial del carpo
Flexor largo del pulgar
Trapecio
Trapezoide
Palmar largo
Arteria cubital
Nervio cubital
Flexor superficial de los dedos
Músculos hipotenares
Flexor profundo de los dedos
Extensor cubital del carpo
Extensor del dedo meñique
Ganchoso
Grande
Retináculo de los músculos flexores
Nervio mediano
Flexor largo del pulgar
Músculos tenares
Flexor radial del carpo
Extensor corto del pulgar
Abductor largo del pulgar
Trapecio
Extensor largo del pulgar
Arteria radial
Trapezoide
Extensores radiales del carpo, largo y corto
Extensor de los dedos
Extensor del índice
Retináculo de los músculos flexores
Tendones de los flexores largos superficial y profundo
Músculos hipotenares
Piramidal
Ganchoso
Grande
Músculos tenares
Nervio mediano
Tendón del flexor radial del carpo
1.er metacarpiano
Trapecio
Tendón del flexor largo del pulgar
Trapezoide
Eminencia tenar atrofiada, pulgar aducido y en extensión

(A) Fila proximal de huesos del carpo

(B) Fila distal de huesos del carpo

(C) Sección transversal de la muñeca izquierda, fila distal de huesos del carpo

(D) RM transversal del carpo izquierdo

(E) Incapacidad para oponer el pulgar (el movimiento tiene lugar en la articulación carpometacarpiana)

(F) Mano simiesca

FIGURA C6-30.

nervios de los músculos intrínsecos de la mano, especialmente el nervio mediano, tienen los efectos más graves sobre este complejo movimiento. Si se secciona el nervio mediano en el antebrazo o en el carpo, no puede oponerse el pulgar; no obstante, el abductor largo del pulgar y el aductor del pulgar (inervados por los nervios interóseo posterior y cubital, respectivamente) pueden imitar la oposición, aunque de forma ineficaz.

Las lesiones del nervio mediano debidas a una herida penetrante en la región del codo provocan pérdida de flexión de las articulaciones interfalángicas proximal y distal de los dedos 2.° y 3.°. La capacidad para flexionar las articulaciones metacarpofalángicas de estos dedos se halla también afectada, ya que los ramos digitales del nervio mediano inervan al 1.er y 2.° lumbricales. La *mano simiesca* (fig. C6-30F) hace referencia a una deformidad en la cual los movimientos del pulgar están limitados a su flexión y extensión en el plano de la palma. Este trastorno está causado por la incapacidad para oponer el pulgar y por su abducción limitada. El ramo recurrente del nervio mediano para los músculos tenares (fig. 6-84A) es subcutáneo, y laceraciones relativamente poco importantes de la eminencia tenar pueden seccionarlo. La sección de este nervio paraliza los músculos tenares, con lo que el pulgar pierde gran parte de su función.

Síndrome del conducto cubital

Puede producirse una *compresión del nervio cubital* al nivel del carpo cuando pasa entre el pisiforme y el gancho del ganchoso. La depresión entre estos huesos se convierte mediante el ligamento pisiganchoso en un conducto cubital osteofibroso (canal de Guyon) (fig. 6-70B). El **síndrome del conducto cubital** (síndrome del canal de Guyon) se manifiesta por hipoestesia en el dedo medial y parte del siguiente, y debilidad de los músculos intrínsecos de la mano.

Puede producirse la deformidad «en garra» de los dedos 4.º y 5.º, pero a diferencia de lo que ocurre en la lesión proximal del nervio cubital, su capacidad para la flexión no está afectada y no hay desviación radial de la mano.

Neuropatía del manillar

Las personas que recorren largas distancias en bicicleta con las manos extendidas en los puños del manillar aplican presión sobre los ganchos de sus huesos ganchosos, lo que comprime los nervios cubitales. Este tipo de compresión nerviosa, a la que se ha denominado *neuropatía del manillar*, provoca un déficit sensitivo en el borde medial de la mano y debilidad de los músculos intrínsecos de la mano.

Lesión del nervio radial en el brazo y pérdida de habilidad manual

Aunque el nervio radial no inerva músculos en la mano, la lesión de este nervio en el brazo por una fractura del cuerpo del húmero puede provocar importantes incapacidades de la mano. La incapacidad más típica es la imposibilidad para extender el carpo, debido a la *parálisis de los músculos extensores del antebrazo*, a los que inerva el nervio radial (fig. 6-61B; tabla 6-11). La mano está flexionada al nivel del carpo y se encuentra fláccida, un cuadro que se conoce como *mano péndula* (v. el cuadro azul «Lesión del nervio radial en el brazo», p. 743). Los dedos de la mano relajada también permanecen flexionados al nivel de las articulaciones metacarpofalángicas.

Las articulaciones interfalángicas pueden extenderse débilmente gracias a la acción de los lumbricales y los interóseos, que están intactos, ya que son inervados por los nervios mediano y cubital (tabla 6-13). El nervio radial sólo tiene una pequeña zona cutánea de inervación exclusiva en la mano. Por ello, la extensión de la anestesia es mínima, incluso en lesiones graves del nervio radial, y normalmente está confinada a una pequeña área en la parte lateral del dorso de la mano.

Dermatoglifos

La dermatoglifia, la ciencia que estudia los patrones de las crestas epidérmicas de la palma de la mano, denominadas **dermatoglifos,** es una extensión útil de la exploración física convencional en personas que sufren determinadas anomalías congénitas y enfermedades genéticas. Por ejemplo, las personas con trisomía 21 (síndrome de Down) presentan unos dermatoglifos muy característicos. Asimismo, a menudo también tienen un único surco palmar transverso (surco simiesco); no obstante, aproximadamente el 1 % de la población general posee ese surco y no presenta ninguna de las demás características clínicas del síndrome.

Heridas palmares e incisiones quirúrgicas

Es preciso tener presente la localización de los arcos palmares superficial y profundo cuando se examinan heridas en la palma de la mano y cuando se realizan incisiones palmares. Además, es importante saber que el arco palmar superficial se encuentra al mismo nivel que el extremo distal de la vaina común de los flexores (figs. 6-77A y 6-81). Como ya se ha comentado anteriormente, las heridas o incisiones sobre la cara medial de la eminencia tenar pueden lesionar el ramo recurrente del nervio mediano para los músculos tenares (v. el cuadro azul «Traumatismos del nervio mediano», p. 790).

Puntos fundamentales

MANO

Movimientos. Los movimientos más amplios (de mayor extensión) y potentes de la mano y de los dedos (agarrar, pinzar y señalar) están producidos por músculos extrínsecos con vientres carnosos que se localizan a distancia de la mano (cerca del codo) y por tendones largos que se dirigen a la mano y los dedos. ♦ Los movimientos más cortos, delicados y débiles (escribir a mano o a máquina, y tocar instrumentos musicales), y el posicionamiento de los dedos para los movimientos más potentes, dependen en gran medida de los músculos intrínsecos.

Organización. Los músculos y tendones de la mano se disponen en cinco compartimientos fasciales: dos compartimientos radiales (tenar y aductor) que actúan sobre el pulgar, un compartimiento cubital (hipotenar) que actúa sobre el dedo meñique, y dos compartimientos más centrales que actúan sobre los cuatro dedos mediales (uno palmar para los tendones de los flexores largos y para los lumbricales, y uno profundo entre los metacarpianos para los interóseos).

Músculos. La mayor parte de la masa de los músculos intrínsecos actúa sobre el pulgar, que está dotado de una gran libertad de movimientos. De hecho, si se cuentan también los extrínsecos, el pulgar está dotado de ocho músculos que inducen y controlan la amplia variedad de movimientos que distinguen a la mano humana. ♦ Los interóseos generan múltiples movimientos: los interóseos dorsales (junto con los abductores del pulgar y del dedo meñique) abducen los dedos, mientras que los palmares (junto con el aductor del pulgar) los aducen. Ambos movimientos tienen lugar en las articulaciones metacarpofalángicas. ♦ Cuando actúan de forma conjunta con los lumbricales, los interóseos flexionan las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las interfalángicas de los cuatro dedos mediales (el movimiento en Z).

Vascularización. La vascularización de la mano se caracteriza por la presencia de múltiples anastomosis entre los vasos radiales y cubitales y los palmares y dorsales. ♦ En conjunto, las arterias de la mano constituyen una red anastomótica periarticular que se distribuye alrededor de las articulaciones colectivas del carpo y la mano. En consecuencia, en general todas las partes de la mano disponen de sangre en todas las posiciones y mientras se realizan funciones (agarre o prensión) que podrían afectar especialmente a las estructuras palmares. ♦ Las arterias de los dedos también son capaces de constreñirse cuando hace frío para conservar el calor y de dilatarse (mientras la mano suda) para irradiar el exceso de calor. ♦ La red venosa dorsal superficial se suele utilizar para la administración de líquidos por vía intravenosa.

Inervación. A diferencia de lo que sucede en los dermatomas del tronco y de las porciones proximales de los miembros, en la mano las zonas de inervación cutánea y las acciones de la inervación motora están bien definidas, al igual que los déficits funcionales. ♦ Desde el punto de vista de su estructura intrínseca, el nervio radial sólo es sensitivo a través de su ramo superficial que se dirige al dorso de la mano. ♦ El nervio mediano es el más importante en la función del pulgar y la sensibilidad de los tres dedos y medio laterales y la palma adyacente, mientras que el cubital se encarga del resto. ♦ Los músculos intrínsecos de la mano constituyen el miotoma T1. ♦ Los nervios y vasos palmares son dominantes, y tienen a su cargo no sólo la cara palmar (más sensible y funcional) sino también la cara dorsal del extremo distal de los dedos (lechos ungueales).

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR

En el *movimiento de la cintura escapular* (cintura pectoral) están implicadas las articulaciones esternoclavicular, acromioclavicular y del hombro (fig. 6-90), que se suelen mover simultáneamente. La presencia de defectos funcionales en cualquiera de estas articulaciones limita los movimientos de la cintura escapular. La movilidad de la escápula es esencial para que el miembro superior se pueda mover libremente. La clavícula forma un puntal que mantiene la escápula, y en consecuencia la articulación del hombro, separada del tórax para que se pueda mover libremente. La clavícula define el radio de rotación del hombro (mitad de la cintura escapular más articulación del hombro) en la articulación esternoclavicular. Los 15° a 20° de movimiento de la articulación acromioclavicular permiten el posicionamiento de la cavidad glenoidea necesario para los movimientos del brazo.

Cuando *se explora la amplitud de movimiento de la cintura escapular* se debe tener en cuenta tanto la movilidad escapulotorácica (movimiento de la escápula sobre la pared torácica) como la del hombro. Aunque los 30° iniciales de la abducción se pueden llevar a cabo sin que se mueva la escápula, el movimiento conjunto de elevación completa del brazo se produce en una relación de 2:1: por cada 3° de elevación, la articulación del hombro confiere aproximadamente 2° y la unión escapulotorácica fisiológica 1°.

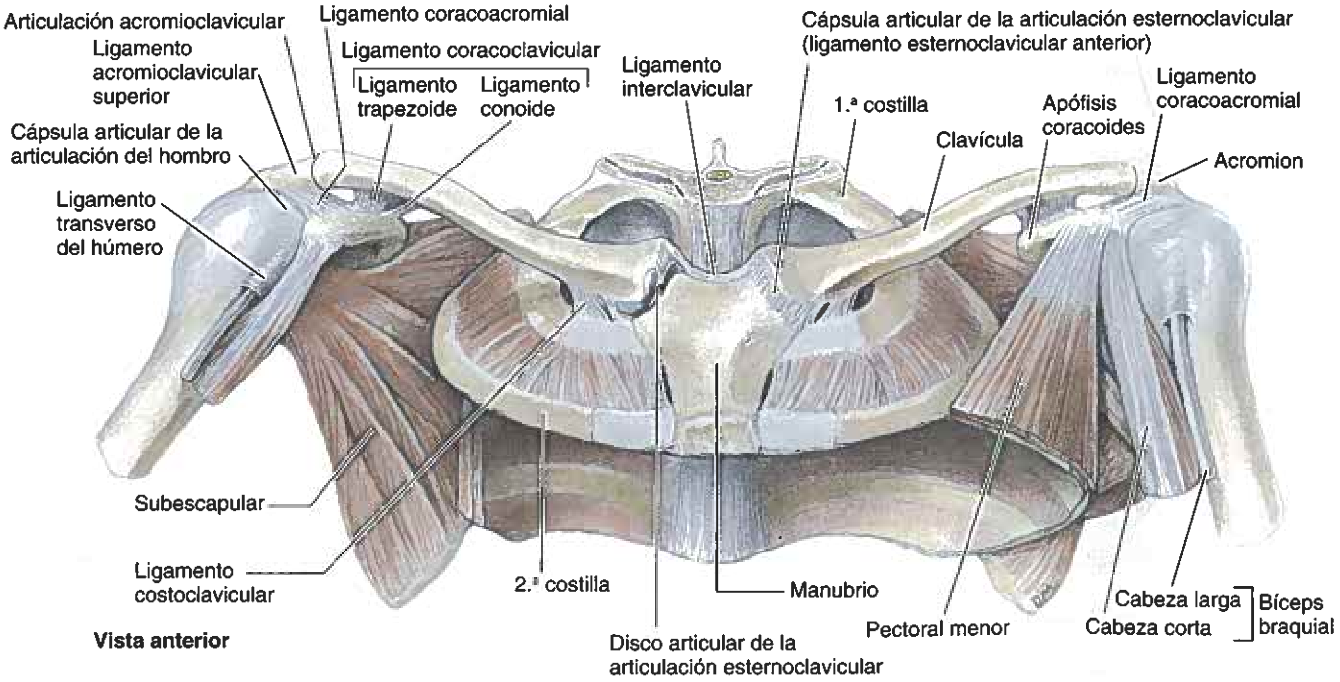

Articulación acromioclavicular
Ligamento acromioclavicular superior
Cápsula articular de la articulación del hombro
Ligamento transverso del húmero
Ligamento coracoacromial
Ligamento coracoclavicular
Ligamento trapezoide
Ligamento conoide
Ligamento interclavicular
Cápsula articular de la articulación esternoclavicular (ligamento esternoclavicular anterior)
1.ª costilla
Clavícula
Apófisis coracoides
Ligamento coracoacromial
Acromion
Subescapular
Ligamento costoclavicular
Vista anterior
2.ª costilla
Disco articular de la articulación esternoclavicular
Manubrio
Pectoral menor
Cabeza larga
Cabeza corta
Bíceps braquial

FIGURA 6-90. Cintura escapular, y tendones y ligamentos relacionados. La cintura escapular es un anillo óseo parcial (incompleto posteriormente) formado por el manubrio del esternón, la clavícula y las escápulas. Las articulaciones relacionadas con estos huesos son la esternoclavicular, la acromioclavicular y la del hombro. La cintura proporciona la inserción del esqueleto apendicular superior al esqueleto axial, y la base móvil a partir de la cual el miembro superior ejerce sus acciones.

En otras palabras, cuando se ha elevado el miembro y el brazo ha quedado en situación vertical al lado de la cabeza (180° de abducción o flexión del brazo), en 120° ha participado la articulación del hombro y en 60° lo ha hecho la unión escapulotorácica. Esto se conoce como *ritmo escapulohumeral*. Los movimientos importantes de la cintura escapular son los de la escápula (tabla 6-3): elevación y descenso, protracción (lateral o movimiento hacia delante de la escápula) y retracción (medial o movimiento hacia atrás de la escápula), y rotación.

Articulación esternoclavicular

La **articulación esternoclavicular** es una articulación sinovial en silla de montar, pero funciona como una articulación esferoidea. La articulación esternoclavicular está dividida en dos compartimientos por un *disco articular*. Este disco se une firmemente a los *ligamentos esternoclaviculares anterior* y *posterior* (unos engrosamientos de la membrana fibrosa de la cápsula articular), y al *ligamento interclavicular*.

La gran solidez de la articulación esternoclavicular es consecuencia de estas uniones. Así, aunque el disco articular sirve para absorber las fuerzas de choque transmitidas a la clavícula desde el miembro superior, las luxaciones de clavícula son raras (a diferencia de las fracturas, que son relativamente frecuentes).

La esternoclavicular es la única articulación entre el miembro superior y el esqueleto axial, y se puede palpar fácilmente porque la extremidad esternal de la clavícula se encuentra por encima del manubrio del esternón.

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

La extremidad esternal de la clavícula se articula con el manubrio del esternón y el 1.^{er} cartílago costal. Las superficies articulares están recubiertas de fibrocartílago.

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

La **cápsula articular** rodea la articulación esternoclavicular englobando la epífisis de la clavícula en su extremidad esternal. Se inserta en los márgenes de las superficies articulares, incluida la periferia del disco articular. Una *membrana sinovial* recubre la superficie interna de la *membrana fibrosa de la cápsula articular*, y se extiende hasta los bordes de las superficies articulares.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

La estabilidad de la articulación esternoclavicular depende de sus ligamentos y su disco articular. Los **ligamentos esternoclaviculares anterior** y **posterior** refuerzan la cápsula anterior y posteriormente. El **ligamento interclavicular** refuerza la cápsula superiormente; se extiende desde la extremidad esternal de una clavícula hasta la de la contralateral, y en su recorrido se inserta también en el borde superior del manubrio del esternón. El **ligamento costoclavicular** ancla la superficie inferior de la extremidad esternal de la clavícula a la 1.ª costilla y a su cartílago costal, con lo que limita la elevación de la cintura escapular.

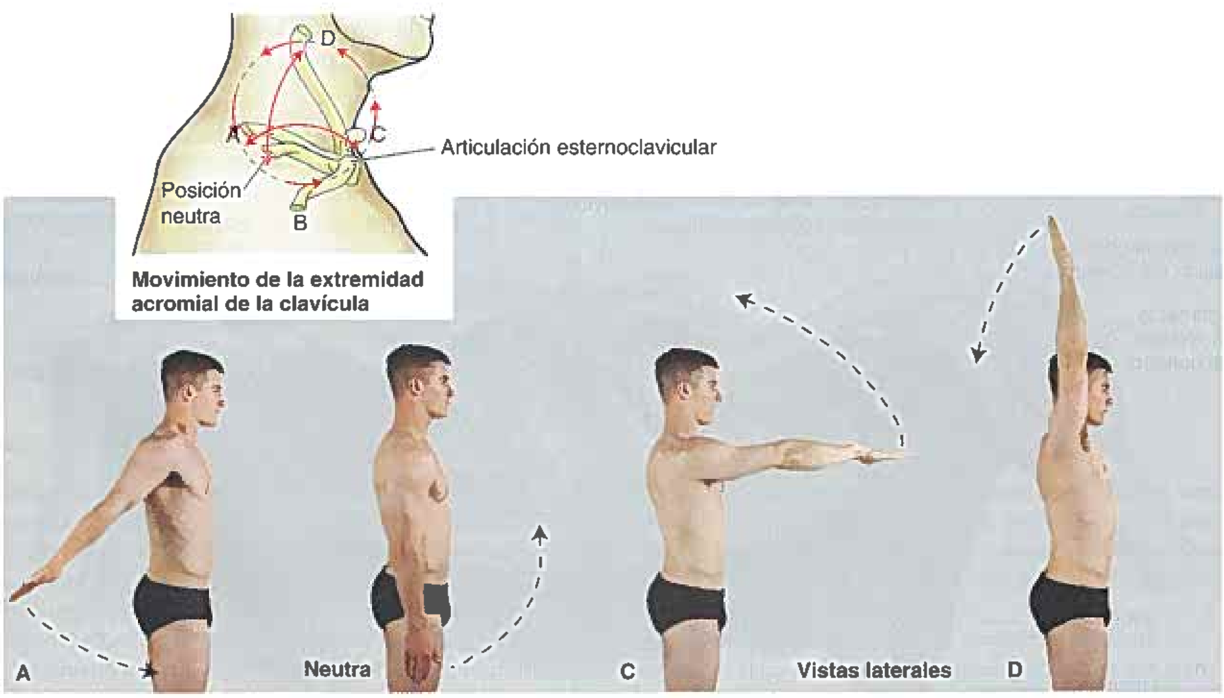
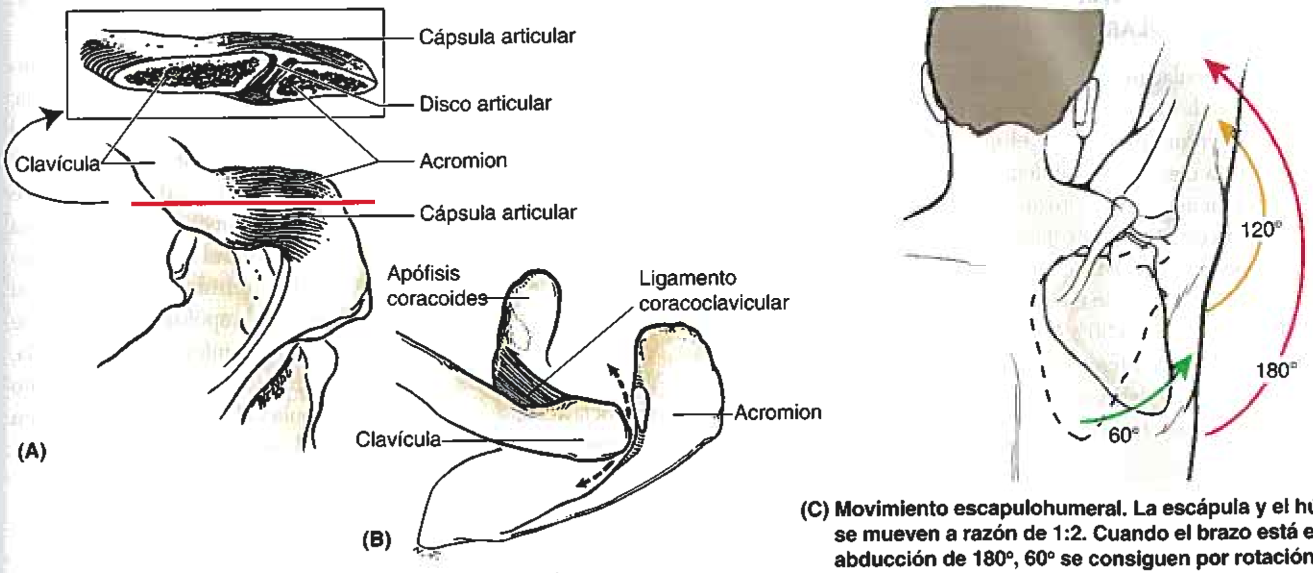
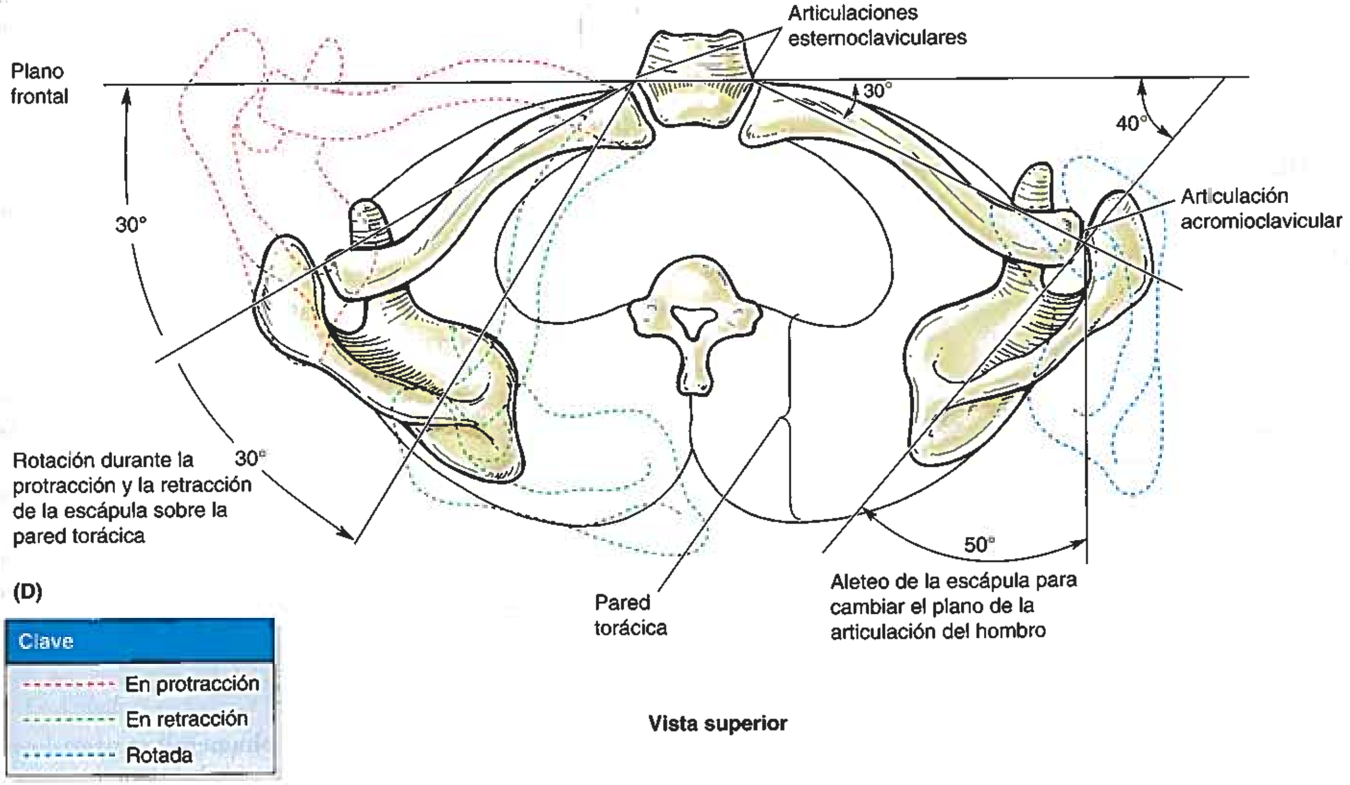

D
A
C
Articulación esternoclavicular
Posición neutra
B
Movimiento de la extremidad acromial de la clavícula
A
Neutra
C
Vistas laterales
D

FIGURA 6-91. Movimientos del miembro superior en las articulaciones de la cintura escapular. Alcance del movimiento de la extremidad acromial (lateral) de la clavícula permitido por los movimientos de la articulación esternoclavicular. Las *letras* indican la disposición de la clavícula durante las cuatro posiciones del miembro superior que se muestran en las imágenes inferiores. Los movimientos, descritos por las *flechas de dos puntas*, son A↔C, protracción-retracción; B↔D elevación-descenso. A↔D. La circunducción del miembro superior requiere movimientos coordinados de la cintura escapular y la articulación del hombro. Partiendo del miembro superior extendido, cintura retraída (A); posición neutra; miembro flexionado con cintura en protracción (C) y, finalmente, miembro y cintura elevados (D).


Cápsula articular
Disco articular
Clavícula
Acromion
Cápsula articular
(A)
Apófisis coracoides
Ligamento coracoclavicular
Acromion
Clavícula
(B)
120°
180°
60°

Vistas superiores (el recuadro de A es una vista posterior de una sección coronal)

(C) Movimiento escapulohumeral. La escápula y el húmero se mueven a razón de 1:2. Cuando el brazo está en abducción de 180°, 60° se consiguen por rotación de la escápula y 120° por rotación del húmero en la articulación del hombro


Articulaciones esternoclaviculares
Plano frontal
30°
40°
Articulación acromioclavicular
30°
Rotación durante la protracción y la retracción de la escápula sobre la pared torácica
30°
50°
(D)
Pared torácica
Aleteo de la escápula para cambiar el plano de la articulación del hombro
Clave
En protracción
En retracción
Rotada

Vista superior

FIGURA 6-92. Articulaciones acromioclavicular, escapulotorácica y esternoclavicular. A. Articulación acromioclavicular derecha, mostrando la cáspsula articular y parte del disco *(recuadro)*. **B.** Función del ligamento coracoclavicular. Mientras este ligamento está intacto con la clavícula fijada a la apófisis coracoides, el acromion no puede situarse por debajo de la clavícula. No obstante, el ligamento permite la protracción y la retracción del acromion. **C.** La rotación de la escápula en la «articulación escapulotorácica» es un componente esencial en la abducción del miembro superior. **D.** Los movimientos claviculares en las articulaciones esternoclavicular y acromioclavicular permiten la protracción y la retracción de la escápula sobre la pared torácica *(líneas roja y verde)* y el aleteo de la escápula *(línea azul)*. Durante la elevación, el descenso y la rotación de la escápula tienen lugar movimientos en una escala similar. Estos últimos movimientos se muestran en la tabla 6-5, que también indica los músculos específicamente encargados de estos movimientos.

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

Aunque la articulación esternoclavicular es extremadamente sólida, está dotada de una movilidad significativa para que se puedan mover la cintura escapular y el miembro superior (figs. 6-91 y 6-92D). En la elevación completa del miembro, la clavícula se levanta hasta un ángulo de aproximadamente 60°. Cuando la elevación se lleva a cabo mediante flexión, se acompaña de rotación de la clavícula alrededor de su eje longitudinal. La articulación esternoclavicular también puede moverse anterior o posteriormente en un ángulo de hasta 25° a 30°. Aunque no se hace con frecuencia, excepto tal vez en la calistenia, es capaz de realizar estos movimientos secuencialmente desplazando su extremidad acromial en un trayecto circular (una forma de *circunducción*).

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

La articulación esternoclavicular está irrigada por las arterias torácica interna y supraescapular (fig. 6-39).

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

La articulación esternoclavicular está inervada por ramos del nervio supraclavicular medial y por el nervio del subclavio (fig. 6-44; tabla 6-8).

Articulación acromioclavicular

La **articulación acromioclavicular** es una articulación sinovial plana que se localiza a 2-3 cm del punto más alto del hombro formado por la parte lateral del acromion (figs. 6-91 y 6-92).

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

La extremidad acromial de la clavícula se articula con el acromion de la escápula. Las superficies articulares, recubiertas de fibrocartílago, están separadas por un *disco articular* incompleto en forma de cuña.

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

La *membrana fibrosa de la cápsula articular*, que tiene forma de manguito y es relativamente laxa, se une a los bordes de las superficies articulares (fig. 6-92A). Una *membrana sinovial* recubre la membrana fibrosa. Aunque es relativamente débil, la cápsula articular esta reforzada superiormente por fibras del trapecio.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

El **ligamento acromioclavicular** es una banda fibrosa que se extiende desde el acromion hasta la clavícula y refuerza la articulación acromioclavicular superiormente (figs. 6-90 y 6-93A). No obstante, la integridad de la articulación se mantiene gracias a ligamentos extrínsecos, situados a distancia de ésta.

El **ligamento coracoclavicular** es un par de resistentes bandas que unen la apófisis coracoides de la escápula con la clavícula, anclándolas entre sí. Se divide en dos ligamentos: el conoideo y el trapezoideo, con frecuencia separados por una bolsa. El **ligamento conoideo,** vertical, es un triángulo invertido (cono), con un vértice (inferior) que se inserta en la raíz de la *apófisis coracoides*, y una base más amplia (superior) que se inserta en el *tubérculo conoideo* de la cara inferior de la clavícula. El **ligamento trapezoideo,** casi horizontal, se inserta en la cara superior de la apófisis coracoides y se extiende hasta la línea trapezoidea de la cara inferior de la clavícula. Aparte de ampliar la articulación acromioclavicular, el ligamento coracoclavicular permite que la escápula y el miembro libre queden suspendidos (pasivamente) del puntal constituido por la clavícula.

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

El acromion de la escápula rota sobre la extremidad acromial de la clavícula. Estos movimientos se asocian al movimiento de la unión escapulotorácica fisiológica (figs. 6-25, 6-91 y 6-92; tabla 6-5). No existe ningún músculo que conecte los huesos que participan en la articulación y la mueva, sino que son los músculos axioapendiculares que se insertan en la escápula y la mueven los que desplazan el acromion sobre la clavícula.

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

La articulación acromioclavicular está irrigada por las arterias supraescapular y toracoacromial (fig. 6-39).

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

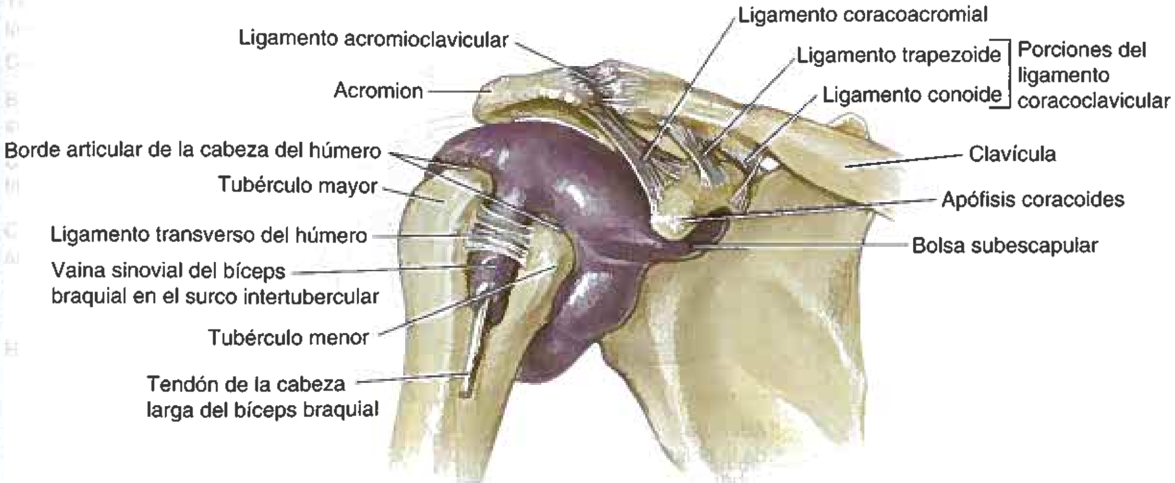
En concordancia con la ley de Hilton (las articulaciones están inervadas por ramos articulares de los nervios que inervan los músculos que actúan sobre éstas), la articulación acromioclavicular está inervada por los nervios pectoral lateral y axilar (fig. 6-44; tabla 6-8). No obstante, en concordancia con la localización subcutánea de la articulación y con el hecho de que ningún músculo la cruza, también le aporta inervación el nervio supraclavicular lateral subcutáneo, lo cual es más típico de la porción distal del miembro.

Articulación del hombro

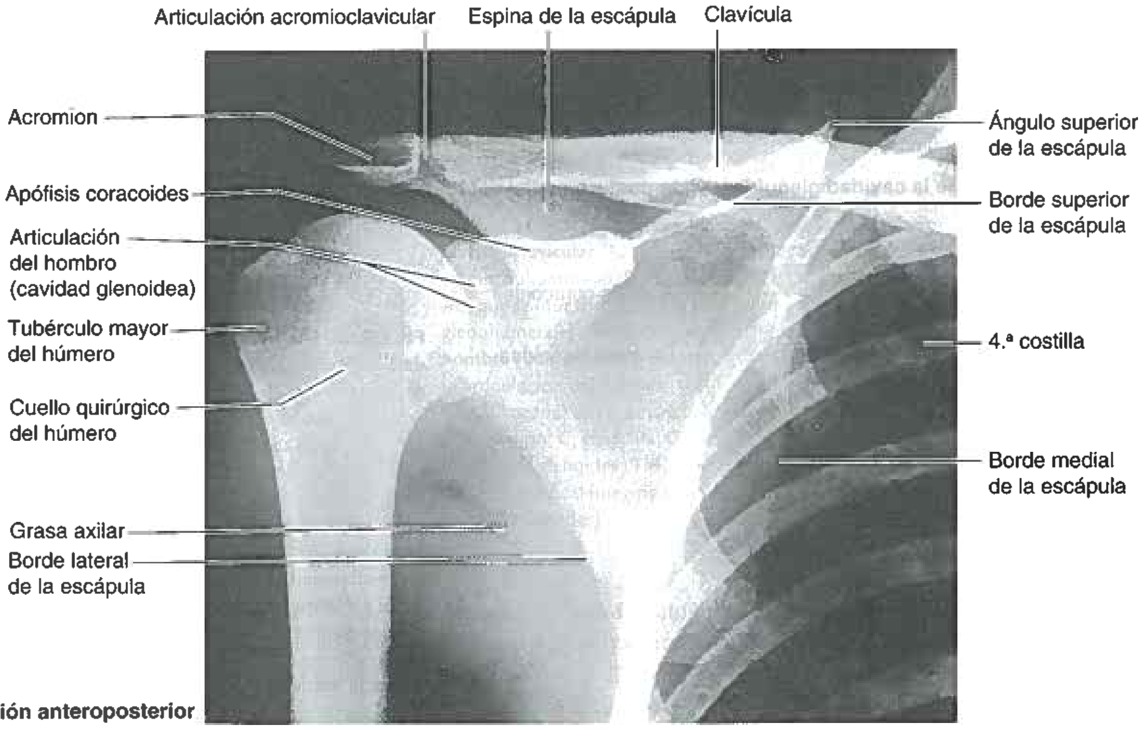
La **articulación del hombro (glenohumeral)** es sinovial y de tipo esferoideo. Permite una amplia variedad de movimientos, pero esto la hace relativamente inestable.

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La *cabeza del húmero*, grande y redondeada, se articula con la *cavidad glenoidea* de la escápula (figs. 6-94 y 6-95), que aunque es relativamente poco profunda se amplía de manera ligera pero


Ligamento acromioclavicular
Acromion
Borde articular de la cabeza del húmero
Tubérculo mayor
Ligamento transverso del húmero
Vaina sinovial del bíceps braquial en el surco intertubercular
Tubérculo menor
Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial
Ligamento coracoacromial
Ligamento trapezoide
Ligamento conoide
Porciones del ligamento coracoclavicular
Clavícula
Apófisis coracoides
Bolsa subescapular

(A) Vista anterior


Articulación acromioclavicular
Espina de la escápula
Clavícula
Acromion
Apófisis coracoides
Articulación del hombro (cavidad glenoidea)
Tubérculo mayor del húmero
Cuello quirúrgico del húmero
Grasa axilar
Borde lateral de la escápula
Ángulo superior de la escápula
Borde superior de la escápula
4.ª costilla
Borde medial de la escápula

(B) Proyección anteroposterior

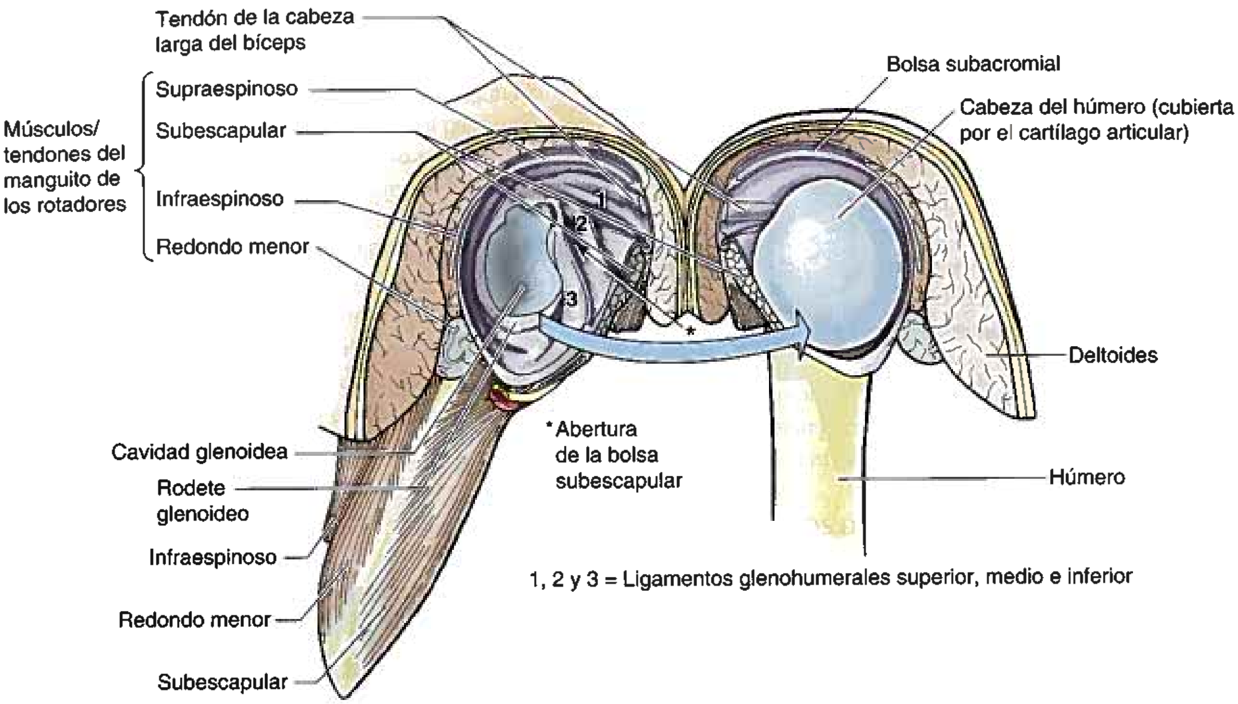
FIGURA 6-93. Articulación del hombro. A. En este espécimen se muestra la extensión de la membrana sinovial de la articulación del hombro, en cuya cavidad articular se ha inyectado látex violeta y a la que se ha resecado la membrana fibrosa de la cápsula articular. La cavidad articular tiene dos extensiones: una donde forma la vaina sinovial para el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial en el surco intertubercular del húmero, y la otra inferior a la apófisis coracoides que es continuación de la bolsa subescapular entre el tendón del subescapular y el borde de la cavidad glenoidea. Pueden verse también la cápsula articular y los ligamentos intrínsecos de la articulación acromioclavicular. **B.** En esta radiografía, la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea se solapan, ocultando el plano articular debido a que la escápula no se sitúa en el plano coronal (por lo tanto, la cavidad glenoidea está oblicua, no en un plano sagital). (Cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

eficaz gracias al anillo formado por el **rodete glenoideo** fibrocartilaginoso. Ambas superficies articulares están recubiertas de cartílago hialino.

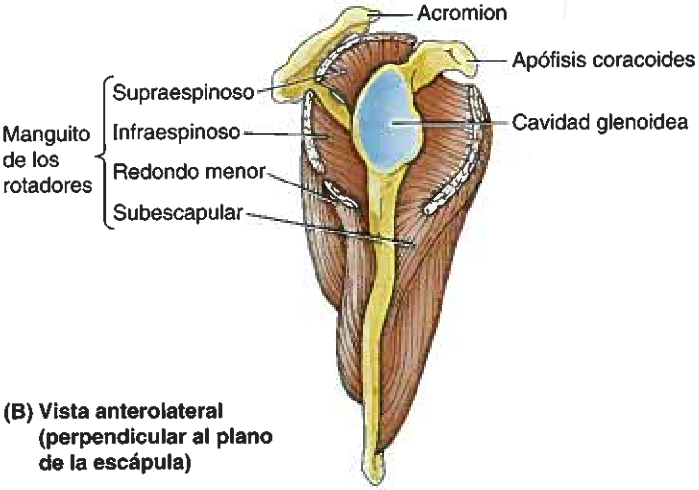
La cavidad glenoidea acoge poco más de un tercio de la cabeza del húmero, que se mantiene en su sitio gracias al tono del manguito rotador musculotendinoso (músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular) (figs. 6-29 y 6-94B; tabla 6-6).

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La laxa *membrana fibrosa de la cápsula articular* rodea la articulación del hombro y se inserta medialmente en el borde de la cavidad glenoidea y lateralmente en el cuello anatómico del húmero (fig. 6-95A y B). Superiormente, esta parte de la cápsula invade la raíz de la apófisis coracoides para que su membrana fibrosa


Tendón de la cabeza larga del bíceps
Músculos/ tendones del manguito de los rotadores
Supraespinoso
Subescapular
Infraespinoso
Redondo menor
Bolsa subacromial
Cabeza del húmero (cubierta por el cartílago articular)
1
2
3
*
Deltoides
Cavidad glenoidea
Rodete glenoideo
Infraespinoso
Redondo menor
Subescapular
*Abertura de la bolsa subescapular
Húmero
1, 2 y 3 = Ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior

(A) Vista anterolateral de la cavidad glenoidea; vista posteromedial del húmero


Acromion
Apófisis coracoides
Cavidad glenoidea
Manguito de los rotadores
Supraespinoso
Infraespinoso
Redondo menor
Subescapular

(B) Vista anterolateral (perpendicular al plano de la escápula)

FIGURA 6-94. Manguito de los rotadores y articulación del hombro. A. Disección de la articulación del hombro en la cual la cápsula articular ha sido extirpada y la articulación se ha abierto por su cara posterior como si fuese un libro. Cuatro músculos cortos del manguito de los rotadores (supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular) cruzan y rodean la articulación, fusionándose con su cápsula. La cara anterior, interna, muestra los ligamentos glenohumerales, que se han cortado para abrir la articulación. **B.** Se muestran los músculos del manguito de los rotadores izquierdo y su relación con la escápula y la cavidad glenoidea. La función principal de estos músculos y del manguito musculotendinoso de los rotadores es fijar la cabeza relativamente grande del húmero a la cavidad glenoidea de la escápula, mucho menor y poco profunda.

pueda englobar dentro de la articulación la inserción proximal de la cabeza larga del bíceps braquial, situada en el tubérculo supraglenoideo.

La cápsula articular tiene dos aberturas: *1*) una entre los tubérculos del húmero para que pueda pasar el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial (fig. 6-93A), y *2*) una situada anteriormente, inferior a la apófisis coracoides, que permite que la *bolsa subescapular* y la cavidad sinovial de la articulación se comuniquen. La parte inferior de la cápsula articular (la única que no está reforzada por los músculos del manguito de los rotadores) es su región más débil. Aquí, la cápsula es particularmente laxa y presenta pliegues cuando el brazo se encuentra en aducción; no obstante, se tensa cuando se abduce el brazo.

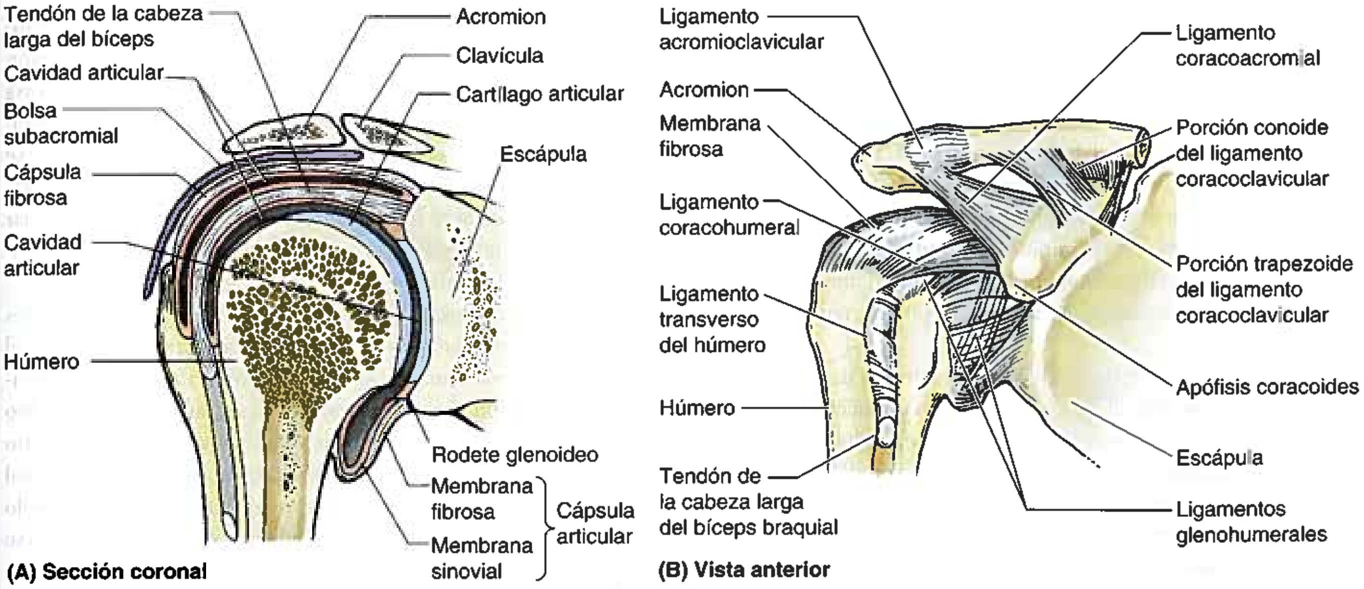
La *membrana sinovial* recubre la superficie interna de la membrana fibrosa de la cápsula y se refleja desde ella en el rodete glenoideo y el húmero, hasta el límite articular de la cabeza (figs. 6-93A, 6-94A y 6-95A).

La membrana sinovial también forma una vaina tubular para el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, donde este último se sitúa en el surco intertubercular del húmero y se dirige hacia la cavidad articular (fig. 6-93A).

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

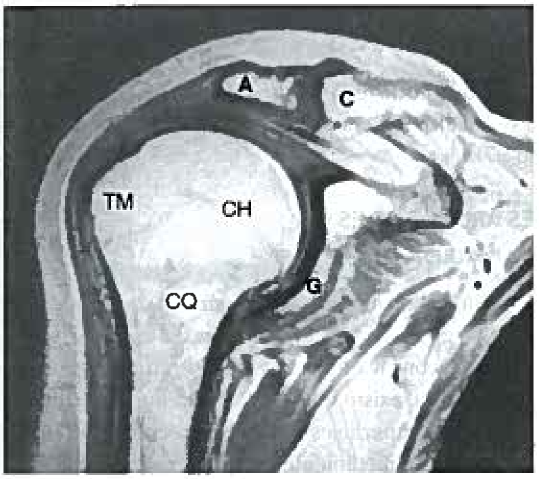
Los ligamentos glenohumerales, que refuerzan la cara anterior de la cápsula articular, y el ligamento coracohumeral, que la refuerza superiormente, son de tipo intrínseco (es decir, forman parte de la membrana fibrosa de la cápsula articular) (figs. 6-94A y 6-95B).

Los **ligamentos glenohumerales** son tres bandas fibrosas, visibles sólo en la cara interna de la cápsula, que refuerzan la parte anterior de la cápsula articular. Estos ligamentos se extienden de


Tendón de la cabeza larga del bíceps
Cavidad articular
Bolsa subacromial
Cápsula fibrosa
Cavidad articular
Húmero
Acromion
Clavícula
Cartílago articular
Escápula
Rodete glenoideo
Membrana fibrosa
Membrana sinovial
Cápsula articular
Ligamento acromioclavicular
Acromion
Membrana fibrosa
Ligamento coracohumeral
Ligamento transverso del húmero
Húmero
Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial
Ligamento coracoacromial
Porción conoide del ligamento coracoclavicular
Porción trapezoide del ligamento coracoclavicular
Apófisis coracoides
Escápula
Ligamentos glenohumerales

(A) Sección coronal

(B) Vista anterior



(C)

FIGURA 6-95. Cápsulas y ligamentos de las articulaciones del hombro y acromioclavicular. A. Huesos, superficies articulares, cápsula articular, cavidad articular y bolsa subacromial. **B.** Ligamentos acromioclavicular, coracohumeral y glenohumerales. Aunque se muestren sobre la cara externa de la cápsula articular, en realidad los ligamentos glenohumerales son estructuras que pueden verse desde la cara interna de la articulación del hombro (como en la fig. 6-94A). Estos ligamentos refuerzan la cara anterior de la cápsula de la articulación del hombro, y el ligamento coracohumeral refuerza la cápsula superiormente. **C.** RM coronal que muestra las articulaciones del hombro y acromioclavicular derechas. A, acromion; C, clavícula; CH, cabeza del húmero; CQ, cuello quirúrgico del húmero; G, cavidad glenoidea; TM, tubérculo mayor del húmero. (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Chair of Medical Imaging and Clinical Director of Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

forma radial lateral e inferiormente desde el rodete glenoideo a la altura del tubérculo supraglenoideo de la escápula y se fusionan distalmente con la membrana fibrosa de la cápsula cuando ésta se inserta en el cuello anatómico del húmero.

El **ligamento coracohumeral** es una banda resistente y amplia que discurre desde la base de la apófisis coracoides hasta la cara anterior del tubérculo mayor del húmero (fig. 6-95B).

El **ligamento transverso del húmero** es una amplia banda fibrosa que discurre más o menos oblicuamente entre los tubérculos mayor y menor del húmero, pasando por encima del surco intertubercular (figs. 6-93A y 6-95B). Este ligamento convierte el surco en un conducto que mantiene el tendón del bíceps braquial y su vaina sinovial en posición durante los movimientos de la articulación del hombro.

El **arco coracoacromial** es una estructura extrínseca protectora formada por la cara inferior lisa del *acromion* y la *apófisis coracoides* de la escápula, entre los que se extiende el **ligamento coracoacromial** (fig. 6-95B). Esta estructura osteoligamentosa forma un arco protector que se encuentra sobre la cabeza del húmero y evita su desplazamiento superior en la cavidad glenoidea. El arco coracoacromial es tan resistente que puede aguantar un violento empuje hacia arriba del húmero sin fracturarse (antes se fracturarían el cuerpo del húmero o la clavícula).

Cuando se transmite una fuerza hacia arriba a lo largo del húmero (p. ej., cuando se está de pie al lado de una mesa y se apoya parcialmente el peso del cuerpo sobre ésta con los miembros extendidos), la cabeza del húmero presiona contra el arco coracoacromial. El músculo supraespinoso pasa por debajo de este arco y se sitúa en profundidad al deltoides cuando su tendón se fusiona con la cápsula de la articulación del hombro como parte del manguito de los rotadores (fig. 6-94).

La **bolsa subacromial** facilita el movimiento del tendón del supraespinoso cuando éste pasa por debajo del arco para dirigirse hacia el tubérculo mayor del húmero (fig. 6-95A). Esta bolsa se sitúa entre el arco (superiormente) y el tendón y el tubérculo (inferiormente).

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La articulación del hombro tiene más libertad de movimientos que cualquier otra articulación del cuerpo. Esta libertad se debe a la laxitud de su cápsula articular y al gran tamaño de la cabeza del húmero en comparación con la pequeña cavidad glenoidea. La articulación del hombro permite movimientos en los tres ejes del espacio: flexión-extensión, abducción-aducción, rotación medial y lateral del húmero, y circunducción (fig. 6-96).

La rotación lateral del húmero aumenta la amplitud de la abducción. Cuando se abduce el brazo sin rotación, la superficie articular disponible se acaba y el tubérculo mayor contacta con el *arco coracoacromial,* lo cual impide que continúe la abducción. Si luego se rota el brazo lateralmente 180°, los tubérculos rotan hacia atrás y se obtiene más superficie articular disponible para continuar con la elevación.

La *circunducción* de la articulación del hombro es una secuencia ordenada de flexión, abducción, extensión y aducción (o al contrario) (fig. 6-91). A menos que su amplitud sea reducida, en estos movimientos no sólo está implicada la articulación del hombro aisladamente, sino que también participan las otras dos articulaciones de la cintura escapular (esternoclavicular y acromioclavicular). La rigidez o la fijación de las articulaciones en la cintura escapular (*anquilosis*) restringe en gran medida la amplitud de los movimientos, incluso cuando la articulación del hombro es normal.

MÚSCULOS QUE MUEVEN LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

Los movimientos de la articulación del hombro y los músculos que los inducen (*músculos axioapendiculares,* que pueden actuar indirectamente porque afectan a la cintura escapular, y *músculos escapulohumerales,* que actúan directamente sobre la articulación del hombro; tablas 6-4 y 6-5) se ilustran en la figura 6-96 y se detallan en la tabla 6-17. En la tabla también se citan otros músculos que actúan sobre la articulación del hombro como músculos coaptadores, bien para resistir la luxación sin inducir ningún movimiento en la articulación (p. ej., cuando se lleva una maleta pesada), o bien para mantener la gran cabeza del húmero en la relativamente poco profunda cavidad glenoidea.

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La articulación del hombro está irrigada por las *arterias circunflejas humerales anterior* y *posterior,* y por ramas de la *arteria supraescapular* (fig. 6-39; tabla 6-7).

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La articulación del hombro está inervada por los *nervios supraescapular, axilar* y *pectoral lateral* (tabla 6-8).

BOLSAS EN TORNO A LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

Cerca de la articulación del hombro se sitúan diversas **bolsas** que contienen películas capilares de líquido sinovial secretado por la membrana sinovial. Las bolsas se localizan allí donde los tendones rozan contra el hueso, ligamentos u otros tendones, y donde la piel se desplaza sobre un relieve óseo. Las bolsas que rodean la articulación del hombro tienen una relevancia clínica especial, ya que algunas (p. ej., la bolsa subescapular) se comunican con la cavidad articular y, en consecuencia, al abrir una de ellas se puede penetrar en dicha cavidad.

Bolsa subescapular. La **bolsa subtendinosa del músculo subescapular** (bolsa subescapular) se localiza entre el tendón del subescapular y el cuello de la escápula (fig. 6-93A). Esta bolsa protege al tendón cuando pasa inferior a la raíz de la apófisis coracoides y por encima del cuello de la escápula. Normalmente se comunica con la cavidad de la articulación del hombro a través de una abertura situada en la membrana fibrosa de la cápsula articular (fig. 6-94A), de modo que en realidad es una extensión de la cavidad articular del hombro.

Bolsa subacromial. La **bolsa subacromial,** que en ocasiones se denomina *bolsa subdeltoidea,* se localiza entre el acromion, el ligamento coracoacromial y el deltoides superiormente, y el tendón del supraespinoso y la cápsula de la articulación del hombro inferiormente (fig. 6-95A). En consecuencia, facilita el movimiento del tendón del supraespinoso por debajo del arco coracoacromial y del deltoides por encima de la cápsula articular y del tubérculo mayor del húmero. Su tamaño es variable, pero normalmente no se comunica con la cavidad de la articulación del hombro.

Articulación del codo

La **articulación del codo** es una articulación sinovial de tipo gínglimo que se localiza 2-3 cm por debajo de los epicóndilos del húmero (fig. 6-97).

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

La *tróclea* en forma de polea y el *capítulo* (cóndilo) esferoideo del húmero se articulan con la *escotadura troclear* del cúbito y la cara superior ligeramente cóncava de la *cabeza del radio,* respectivamente; en consecuencia, existe una articulación humerocubital y una humerorradial. Las superficies articulares, recubiertas de cartílago hialino, son casi completamente congruentes (se encuentran en contacto) cuando el antebrazo se sitúa en una posición a medio camino entre la pronación y la supinación, y el codo está flexionado en ángulo recto.

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

La *membrana fibrosa de la cápsula articular* rodea la articulación del codo (fig. 6-97A y C). Se inserta en el húmero en los bordes de los extremos lateral y medial de las superficies articulares del capítulo y la tróclea. Anterior y posteriormente se dirige en sentido ascendente hasta situarse proximal a las fosas coronoidea y del olécranon.

La *membrana sinovial* recubre la superficie interna de la membrana fibrosa de la cápsula y las partes intracapsulares no articulares del húmero. Inferiormente también se continúa con la membrana sinovial de la articulación radiocubital proximal. La cápsula articular es débil anterior y posteriormente, pero está reforzada en cada lado por ligamentos colaterales.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

Los ligamentos colaterales de la articulación del codo son potentes bandas triangulares formadas por engrosamientos laterales y mediales de la membrana fibrosa de la cápsula articular (figs. 6-97A y 6-98). El **ligamento colateral radial,** lateral y

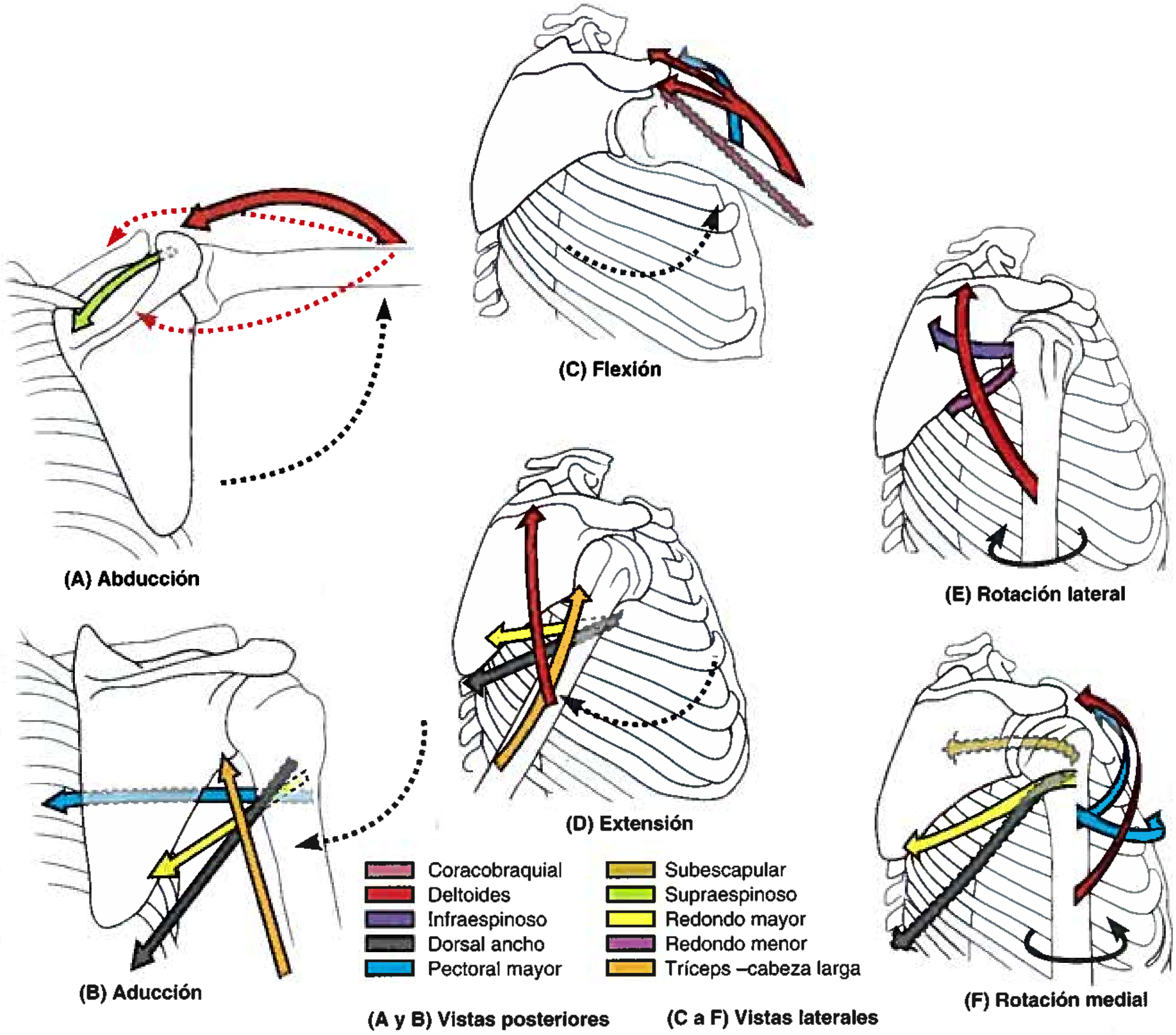

(C) Flexión
(A) Abducción
(E) Rotación lateral
(D) Extensión
(B) Aducción
(F) Rotación medial
Coracobraquial
Deltoides
Infraespinoso
Dorsal ancho
Pectoral mayor
Subescapular
Supraespinoso
Redondo mayor
Redondo menor
Tríceps –cabeza larga
(A y B) Vistas posteriores
(C a F) Vistas laterales

FIGURA 6-96. Movimientos de la articulación del hombro.

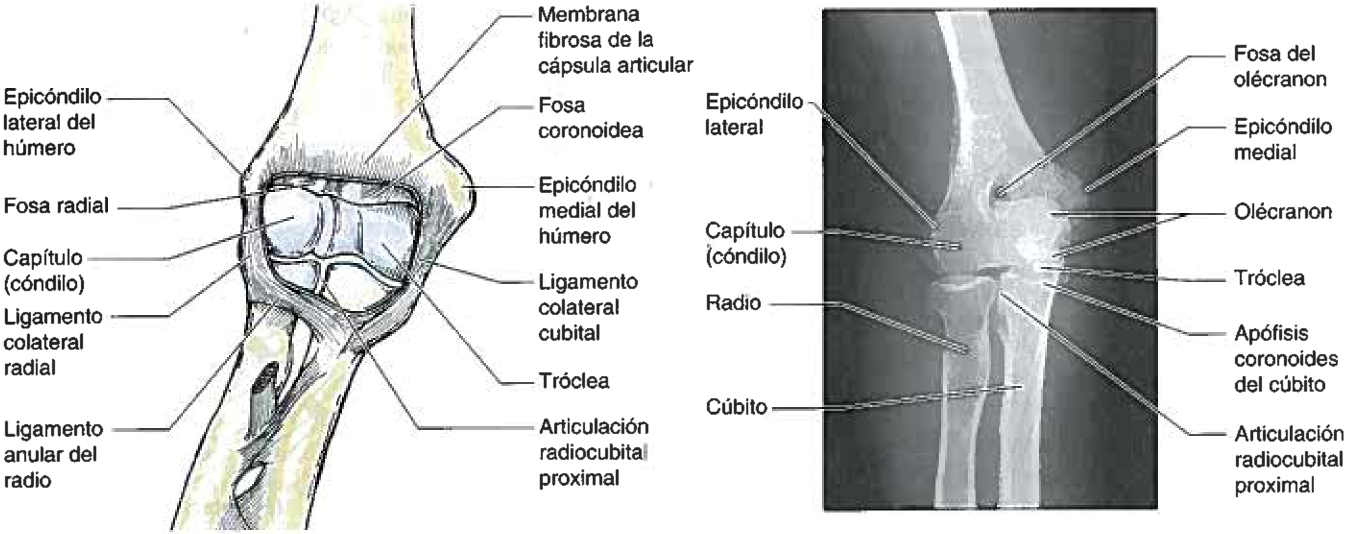
TABLA 6-17. MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

Movimiento (función)	Motor(es) principal(es) (desde la posición péndula)	Sinérgicos	Notas
Flexión	Pectoral mayor (porción clavicular); deltoides (porciones clavicular y acromial anterior)	Coracobraquial (auxiliado por el bíceps braquial)	Desde la completa extensión hasta su propio plano (coronal), la porción esternocostal del pectoral mayor es la fuerza principal
Extensión	Deltoides (porción espinal)	Redondo mayor; dorsal ancho; cabeza larga del tríceps braquial	El dorsal ancho (porción esternocostal del pectoral mayor y cabeza larga del tríceps braquial) actúa desde la posición de flexión completa hasta sus propios planos (coronales)
Abducción	Deltoides (en su totalidad, pero especialmente la porción acromial)	Supraespinoso	El supraespinoso es particularmente importante para iniciar el movimiento; además, se produce la rotación ascendente de la escápula a lo largo de todo este movimiento, aportando una notable contribución
Aducción	Pectoral mayor; dorsal ancho	Redondo mayor; cabeza larga del tríceps braquial	En posición vertical y en ausencia de resistencia, la gravedad es el motor principal

(continúa)

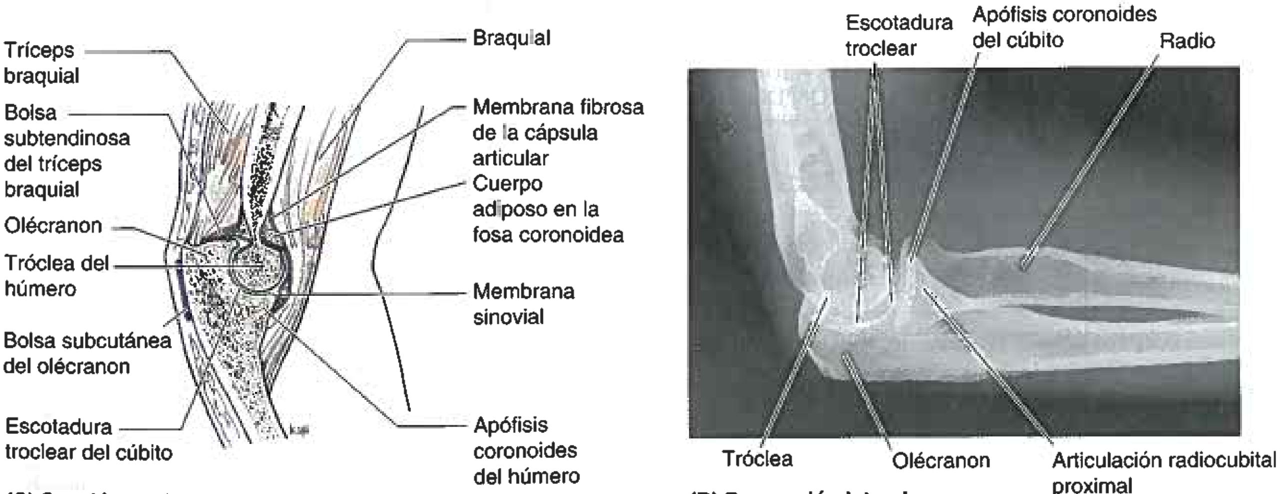
TABLA 6-17. MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO *(Continuación)*

Movimiento (función)	Motor(es) principal(es) (desde la posición péndula)	Sinérgicos	Notas
Rotación medial	Subescapular	Pectoral mayor; deltoides (porción clavicular); dorsal ancho; redondo mayor	Con el brazo elevado, los «sinérgicos» se hacen más importantes que los motores principales
Rotación lateral	Infraespinoso	Redondo menor; deltoides (porción espinal)	
Tensores de la cápsula articular (para sujetar la cabeza del húmero contra la cavidad glenoidea)	Subescapular, infraespinoso (simultáneamente)	Supraespinoso; redondo menor	Los músculos del manguito de los rotadores actúan conjuntamente; cuando están «en reposo» su tono permite mantener la integridad de la articulación
Resistencia a la luxación descendente (músculos coaptadores)	Deltoides (en su totalidad)	Cabeza larga del tríceps braquial; coracobraquial; cabeza corta del bíceps braquial	Actúan especialmente cuando se cargan objetos pesados (maletas, cubos)


Epicóndilo lateral del húmero
Fosa radial
Capítulo (cóndilo)
Ligamento colateral radial
Ligamento anular del radio
Membrana fibrosa de la cápsula articular
Fosa coronoidea
Epicóndilo medial del húmero
Ligamento colateral cubital
Tróclea
Articulación radiocubital proximal
Epicóndilo lateral
Capítulo (cóndilo)
Radio
Cúbito
Fosa del olécranon
Epicóndilo medial
Olécranon
Tróclea
Apófisis coronoides del cúbito
Articulación radiocubital proximal

(A) Vista anterior

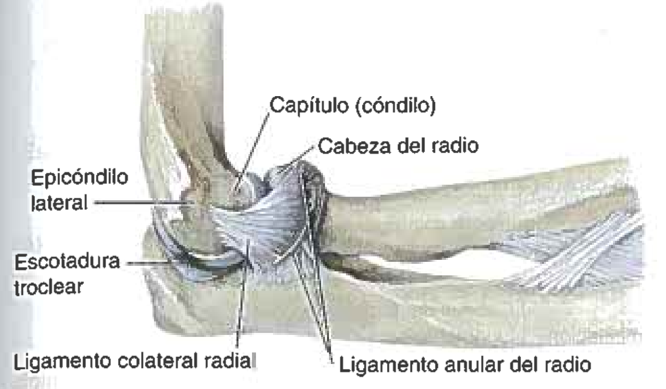
(B) Proyección anteroposterior


Tríceps braquial
Bolsa subtendinosa del tríceps braquial
Olécranon
Tróclea del húmero
Bolsa subcutánea del olécranon
Escotadura troclear del cúbito
Braquial
Membrana fibrosa de la cápsula articular
Cuerpo adiposo en la fosa coronoidea
Membrana sinovial
Apófisis coronoides del húmero
Escotadura troclear
Apófisis coronoides del cúbito
Radio
Tróclea
Olécranon
Articulación radiocubital proximal

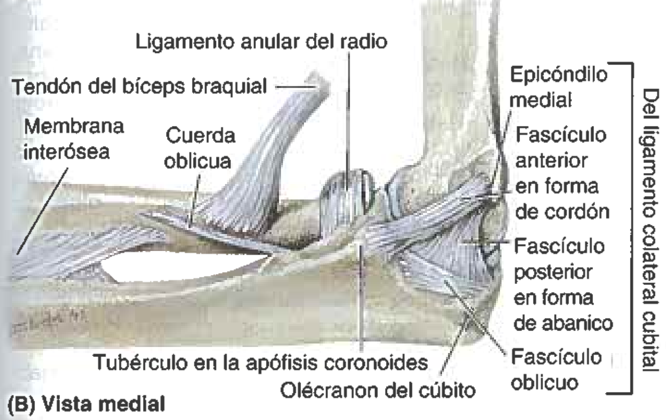
(C) Sección sagital

(D) Proyección lateral

FIGURA 6-97. Articulaciones del codo y radiocubital proximal. A. La delgada cara anterior de la cápsula articular ha sido extirpada para poder ver las superficies óseas articulares de su interior. Los fuertes ligamentos colaterales permanecen intactos. **B.** Radiografía de la articulación del codo extendida. **C.** Membrana fibrosa y membrana sinovial de la cápsula articular, bolsas subcutánea del olécranon y subtendinosa del tríceps braquial, y articulación humerocubital del codo. **D.** Radiografía de la articulación del codo flexionada. (Partes **B** y **D** por cortesía del Dr. E. Becker, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)


Capítulo (cóndilo)
Cabeza del radio
Epicóndilo lateral
Escotadura troclear
Ligamento colateral radial
Ligamento anular del radio

(A) Vista lateral


Ligamento anular del radio
Tendón del bíceps braquial
Membrana interósea
Cuerda oblicua
Epicóndilo medial
Fascículo anterior en forma de cordón
Fascículo posterior en forma de abanico
Fascículo oblicuo
Del ligamento colateral cubital
Tubérculo en la apófisis coronoides
Olécranon del cúbito

(B) Vista medial

FIGURA 6-98. Ligamentos colaterales de la articulación del codo. **A.** El colateral radial en forma de abanico está insertado en el ligamento anular del radio, pero sus fibras superficiales se continúan hacia el cúbito. **B.** El ligamento colateral cubital tiene un fascículo anterior en forma de cordón, fuerte y redondeado, el cual está tirante cuando la articulación del codo está extendida, y un fascículo posterior débil en forma de abanico que está tirante cuando la articulación está flexionada. Las fibras oblicuas simplemente hacen más profunda la fosa para la tróclea del húmero.

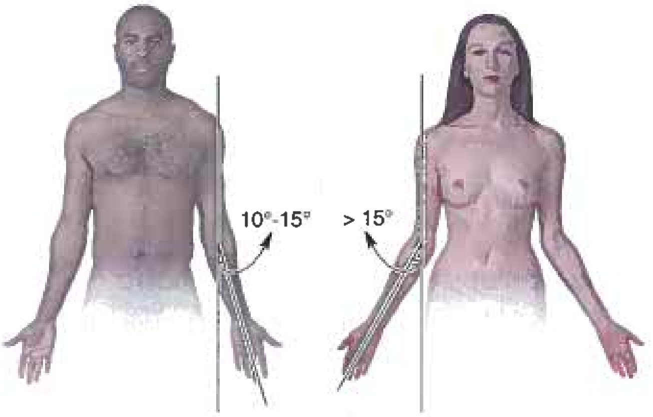


FIGURA 6-99. Ángulo de transporte de la articulación del codo. Este ángulo está formado por los ejes del brazo y del antebrazo cuando el codo está totalmente extendido. Obsérvese que el antebrazo se separa lateralmente, formando un ángulo que es mayor en la mujer. Teleológicamente se afirma que esto deja espacio para la pelvis femenina, más ancha, durante el balanceo de los miembros superiores durante la marcha; no obstante, no hay diferencias significativas en lo que se refiere a la función del codo.

en forma de abanico, se extiende desde el epicóndilo lateral del húmero para fusionarse distalmente con el **ligamento anular del radio,** que rodea y sujeta la cabeza del radio en la escotadura radial del cúbito para que se forme la articulación radiocubital proximal y se pueda pronar y supinar el antebrazo.

El **ligamento colateral cubital,** medial y triangular, se extiende desde el epicóndilo medial del húmero hasta la apófisis coronoides y el olécranon del cúbito, y consta de tres fascículos: 1) *fascículo anterior, similar a un cordón,* que es el más potente; 2) *fascículo posterior, en forma de abanico,* que es el más débil, y 3) *fascículo oblicuo,* delgado, que hace más profunda la cavidad para la tróclea del húmero.

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

La articulación del codo permite movimientos de flexión y extensión. El eje longitudinal del cúbito en extensión completa forma un ángulo de aproximadamente 170° con el eje longitudinal del húmero. Este ángulo se denomina **ángulo de transporte** (fig. 6-99), por el modo en que aleja el antebrazo del cuerpo cuando se transporta algo (p. ej., un cubo lleno de agua). La oblicuidad del cúbito, y en consecuencia del ángulo de transporte, es más pronunciada (el ángulo es aproximadamente 10° más agudo) en la mujer que en el hombre. Teleológicamente se dice que así permite que los miembros superiores esquiven la amplia pelvis femenina cuando se balancean al caminar. En posición anatómica, el codo se encuentra frente a la cintura. El ángulo de transporte desaparece cuando el antebrazo está pronado.

MÚSCULOS QUE MUEVEN LA ARTICULACIÓN DEL CODO

En total, son 17 los músculos que cruzan el codo y se extienden hacia el antebrazo y la mano. La mayoría de ellos tienen alguna capacidad para influir en el movimiento de esta articulación. A su vez, su función y eficiencia en los otros movimientos que generan se ven afectadas por la posición del codo. *Los flexores principales de la articulación del codo son el braquial y el bíceps braquial* (fig. 6-100). El braquiorradial puede inducir una flexión rápida en ausencia de resistencia (incluso cuando existe una parálisis de los principales flexores). Normalmente, en presencia de resistencia, el braquiorradial y el pronador redondo ayudan a los flexores prin-

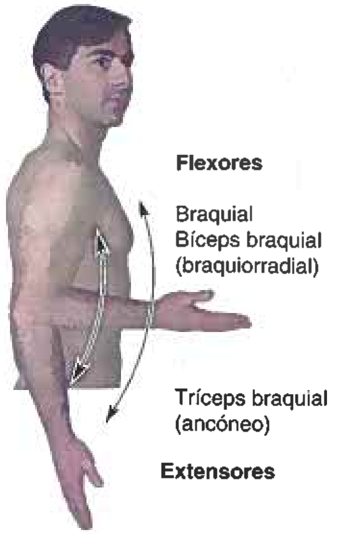

Flexores
Braquial
Bíceps braquial
(braquiorradial)
Tríceps braquial
(ancóneo)
Extensores

FIGURA 6-100. Movimientos de la articulación del codo y músculos que los producen.

cipales en la flexión lenta. El *extensor principal de la articulación del codo es el tríceps braquial* (especialmente su cabeza medial), al cual ayuda débilmente el ancóneo.

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

Las arterias que irrigan la articulación del codo proceden de las anastomosis situadas alrededor de ella (fig. 6-51).

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

La articulación del codo está inervada por los nervios musculocutáneo, radial y cubital (fig. 6-69; tabla 6-13).

BOLSAS EN TORNO A LA ARTICULACIÓN DEL CODO

Sólo algunas de las bolsas que rodean la articulación del codo son clínicamente importantes. Las tres **bolsas del olécranon** (figs. 6-97C y 6-101) son:

1. La **bolsa intratendinosa del olécranon,** que en ocasiones se encuentra en el tendón del tríceps braquial.
2. La **bolsa subtendinosa (del músculo tríceps braquial del olécranon),** que se localiza entre el olécranon y el tendón del tríceps, justo proximalmente a su inserción en el olécranon.
3. La **bolsa subcutánea del olécranon,** que se localiza en el tejido conectivo subcutáneo situado por encima del olécranon.

La **bolsa bicipitorradial** (bolsa del bíceps braquial) separa el tendón del bíceps de la parte anterior de la tuberosidad del radio, y reduce la fricción entre ambos.

Articulación radiocubital proximal

La **articulación radiocubital proximal (superior)** es una articulación sinovial de tipo trocoide que permite el movimiento de la cabeza del radio sobre el cúbito (figs. 6-97A, B y D, y 6-102).

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

La cabeza del radio se articula con la escotadura radial del cúbito. La cabeza del radio se mantiene en posición gracias al *ligamento anular del radio.*

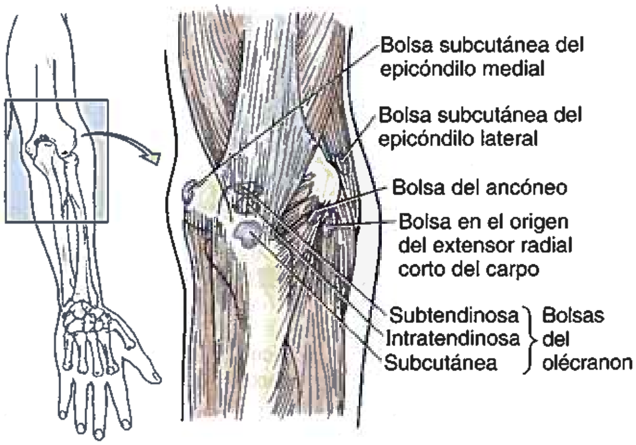

Bolsa subcutánea del epicóndilo medial
Bolsa subcutánea del epicóndilo lateral
Bolsa del ancóneo
Bolsa en el origen del extensor radial corto del carpo
Subtendinosa
Intratendinosa
Subcutánea
Bolsas del olécranon

FIGURA 6-101. Bolsas que rodean la articulación del codo. De las diversas bolsas que hay alrededor de la articulación del codo, las bolsas del olécranon son las más importantes desde el punto de vista clínico. Un traumatismo en estas bolsas pueden producir bursitis (inflamación de la bolsa).

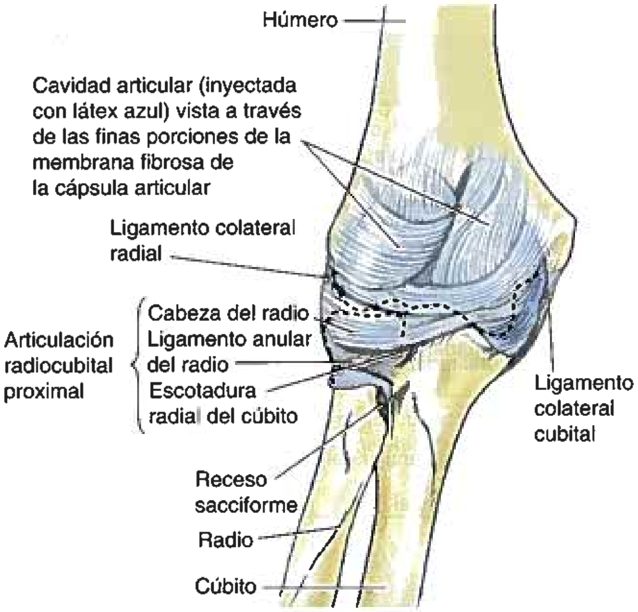

Húmero
Cavidad articular (inyectada con látex azul) vista a través de las finas porciones de la membrana fibrosa de la cápsula articular
Ligamento colateral radial
Articulación radiocubital proximal
Cabeza del radio
Ligamento anular del radio
Escotadura radial del cúbito
Ligamento colateral cubital
Receso sacciforme
Radio
Cúbito

FIGURA 6-102. Articulación radiocubital proximal. El ligamento anular se inserta en la escotadura radial del cúbito, formando un collar alrededor de la cabeza del radio (fig. 6-103A) y creando una articulación sinovial de tipo trocoide. La cavidad articular de la articulación se continúa con la de la articulación del codo, como se demuestra mediante inyección de látex azul en ese espacio y se ve a través de las finas láminas fibrosas de la cápsula, incluyendo una pequeña área distal al ligamento anular.

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

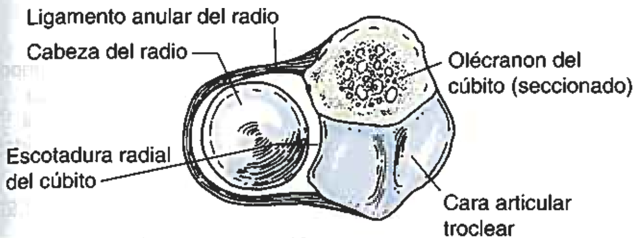
La *membrana fibrosa de la cápsula articular* engloba la articulación y se continúa con la de la articulación del codo. La *membrana sinovial* recubre la superficie profunda de la membrana fibrosa y partes no articulares de los huesos. La membrana sinovial es una prolongación inferior de la de la articulación del codo.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

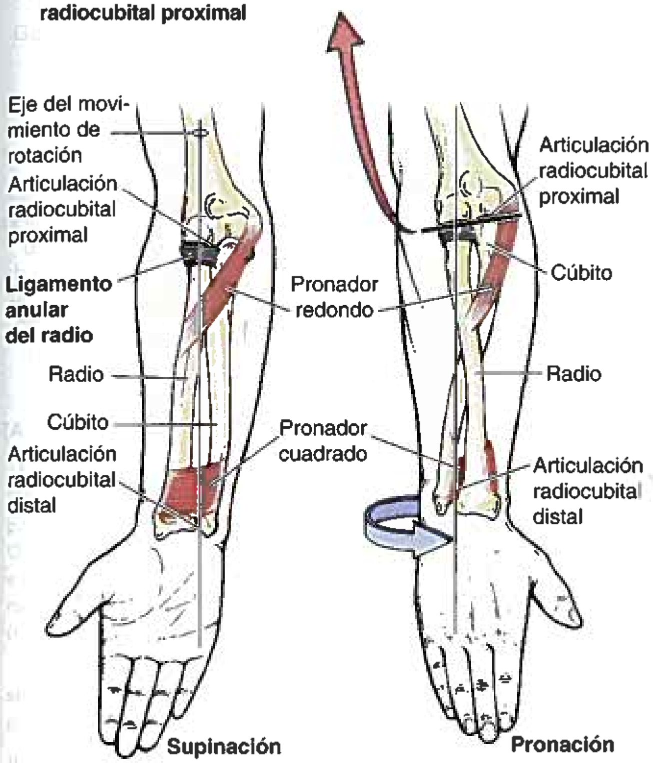
El resistente *ligamento anular del radio,* que se inserta en el cúbito anterior y posteriormente a su escotadura radial, rodea las superficies óseas articulares y forma un semicírculo que, junto con la escotadura radial, constituye un anillo que rodea completamente la cabeza del radio (figs. 6-102, 6-103 y 6-104). La superficie profunda del ligamento anular está recubierta de membrana sinovial, que se continúa distalmente como un **receso sacciforme de la articulación radiocubital proximal,** sobre el cuello del radio. Esta disposición permite que el radio rote dentro del ligamento anular sin trabar, estirar ni desgarrar la membrana sinovial.

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

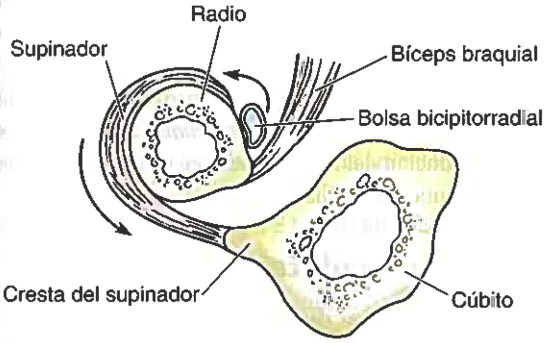
Durante la pronación y la supinación del antebrazo, la cabeza del radio rota dentro del anillo formado por el ligamento anular y la escotadura radial del cúbito. La **supinación** gira la palma anteriormente, o superiormente si el antebrazo se encuentra en flexión (figs. 6-103, 6-105, y 6-106). La **pronación** gira la palma posteriormente, o inferiormente si el antebrazo se encuentra en flexión. El


Ligamento anular del radio
Cabeza del radio
Olécranon del cúbito (seccionado)
Escotadura radial del cúbito
Cara articular troclear

(A) Vista superior de una sección transversal de la articulación radiocubital proximal

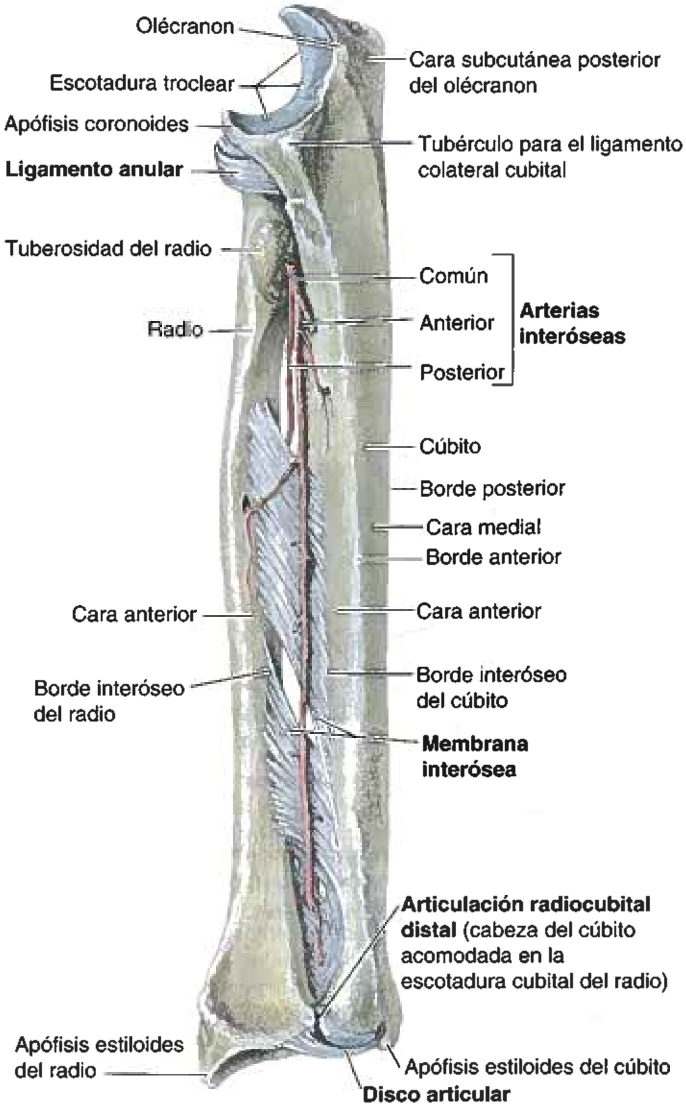

Eje del movimiento de rotación
Articulación radiocubital proximal
Ligamento anular del radio
Radio
Cúbito
Articulación radiocubital distal
Pronador redondo
Pronador cuadrado
Articulación radiocubital proximal
Cúbito
Radio
Articulación radiocubital distal
Supinación
Pronación

(B) Vistas anteriores


Radio
Supinador
Bíceps braquial
Bolsa bicipitorradial
Cresta del supinador
Cúbito

(C) Sección transversal (vista inferior)

FIGURA 6-103. Pronación y supinación del antebrazo. A. La cabeza del radio rota en la «bolsa» formada por el ligamento anular y la escotadura radial del cúbito. **B.** La supinación es el movimiento del antebrazo que rota el radio lateralmente alrededor de su eje longitudinal de modo que el dorso de la mano se orienta posteriormente y la palma anteriormente. La pronación es el movimiento del antebrazo, producido por los pronadores redondo y cuadrado, que rota el radio medialmente alrededor de su eje longitudinal de modo que la palma de la mano se orienta posteriormente y su dorso anteriormente (figs. 6-105 y 6-106). **C.** Las acciones del bíceps braquial y el supinador producen supinación a partir de la posición en pronación de las articulaciones radiocubitales.


Olécranon
Escotadura troclear
Apófisis coronoides
Ligamento anular
Tuberosidad del radio
Radio
Cara subcutánea posterior del olécranon
Tubérculo para el ligamento colateral cubital
Común
Anterior
Posterior
Arterias interóseas
Cúbito
Borde posterior
Cara medial
Borde anterior
Cara anterior
Cara anterior
Borde interóseo del radio
Borde interóseo del cúbito
Membrana interósea
Articulación radiocubital distal (cabeza del cúbito acomodada en la escotadura cubital del radio)
Apófisis estiloides del radio
Apófisis estiloides del cúbito
Disco articular

Vista medial con el radio en «posición de reposo» (semipronación), a medio camino entre la pronación y la supinación, de modo que la palma mira hacia el cuerpo

FIGURA 6-104. Ligamentos radiocubitales y arterias interóseas. El ligamento de la articulación radiocubital proximal es el ligamento anular. El ligamento de la articulación radiocubital distal es el disco articular. La membrana interósea conecta los bordes interóseos del radio y el cúbito, formando la sindesmosis radiocubital. La disposición general de las fibras de la membrana interósea es tal que una fuerza de empuje superior a la mano se recibe en el radio y se transmite al cúbito.

eje de estos movimientos pasa proximalmente a través del centro de la cabeza del radio, y distalmente a través del lugar de inserción del vértice del disco articular en la cabeza (apófisis estiloides) del cúbito. Durante la pronación y la supinación es el radio el que rota: su cabeza rota dentro del anillo en forma de copa formado por el ligamento anular y la escotadura radial del cúbito. Distalmente, el extremo del radio rota alrededor de la cabeza del cúbito. Casi siempre la supinación y la pronación se acompañan de movimientos sinérgicos de las articulaciones del hombro y el codo que producen movimientos simultáneos del cúbito, excepto cuando el codo se encuentra en flexión.

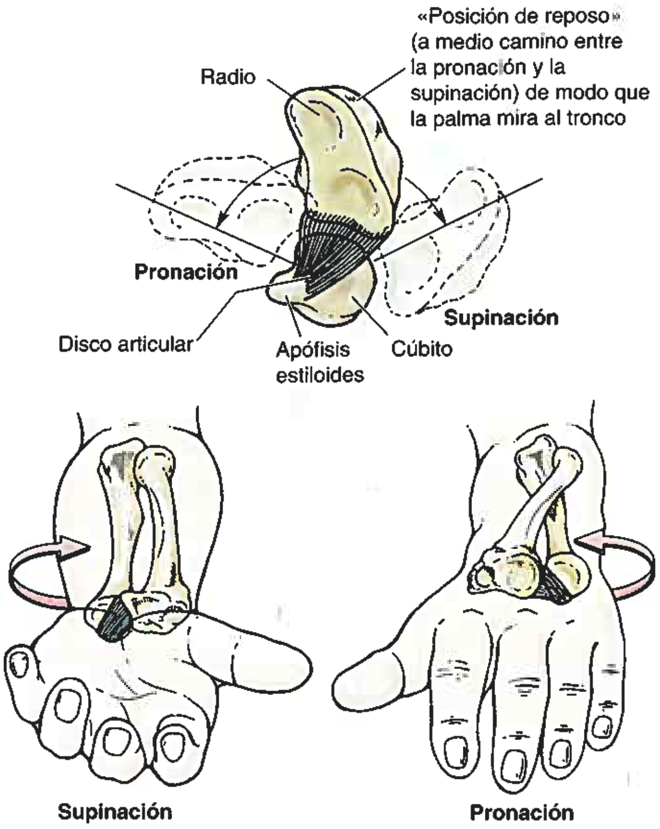

«Posición de reposo» (a medio camino entre la pronación y la supinación) de modo que la palma mira al tronco
Radio
Pronación
Supinación
Disco articular
Apófisis estiloides
Cúbito
Supinación
Pronación

FIGURA 6-105. Movimientos de la articulación radiocubital distal durante la supinación y la pronación del antebrazo. La articulación radiocubital distal es una articulación sinovial de tipo trocoide entre la cabeza del cúbito y la escotadura cubital del radio. El extremo inferior del radio se mueve alrededor del extremo del cúbito, relativamente fijo, durante la pronación y la supinación de la mano. Los dos huesos están firmemente unidos distalmente por el disco articular, que en clínica se conoce como ligamento triangular de la articulación radiocubital distal. Tiene una inserción ancha en el radio y una inserción estrecha en la apófisis estiloides del cúbito, que actúa como centro de giro para el movimiento de rotación.

MÚSCULOS QUE MUEVEN LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

La *supinación* tiene lugar gracias a la acción del supinador (cuando no existe resistencia) y el bíceps braquial (cuando se necesita potencia porque existe resistencia), con una cierta ayuda por parte del extensor largo del pulgar y el extensor radial largo del carpo (fig. 6-103C). La *pronación* tiene lugar gracias a la acción del pronador cuadrado (principalmente) y el pronador redondo (secundariamente) (fig. 6-103B), con una cierta ayuda por parte del flexor radial del carpo, el palmar largo y el braquiorradial (cuando el antebrazo se encuentra en posición de semipronación).

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

La articulación radiocubital proximal está irrigada por la porción radial de la *red arterial del codo* (anastomosis arteriales periarticulares de la articulación del codo): las arterias colaterales radial y media que se anastomosan con las arterias recurrente radial e interósea, respectivamente (fig. 6-67; tabla 6-12).

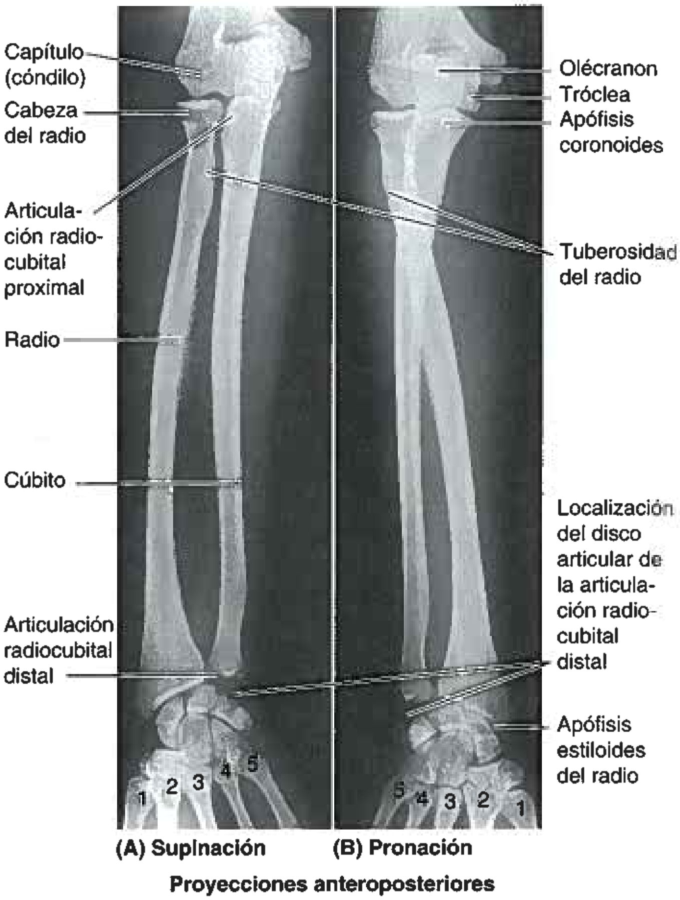

Capítulo (cóndilo)
Cabeza del radio
Articulación radiocubital proximal
Radio
Cúbito
Articulación radiocubital distal
Olécranon
Tróclea
Apófisis coronoides
Tuberosidad del radio
Localización del disco articular de la articulación radiocubital distal
Apófisis estiloides del radio
1
2
3
4
5
5
4
3
2
1
(A) Supinación
(B) Pronación
Proyecciones anteroposteriores

FIGURA 6-106. Radiografías de las articulaciones radiocubitales. A. En posición de supinación, el radio y el cúbito están paralelos. **B.** Durante la pronación, el extremo inferior del radio se mueve anteriormente y medialmente alrededor del extremo inferior del cúbito, llevándose la mano con él; así, en la posición de pronación, el radio cruza el cúbito anteriormente. 1 a 5, los metacarpianos. (Cortesía del Dr. J. Heslin, Toronto, Ontario, Canada.)

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL PROXIMAL

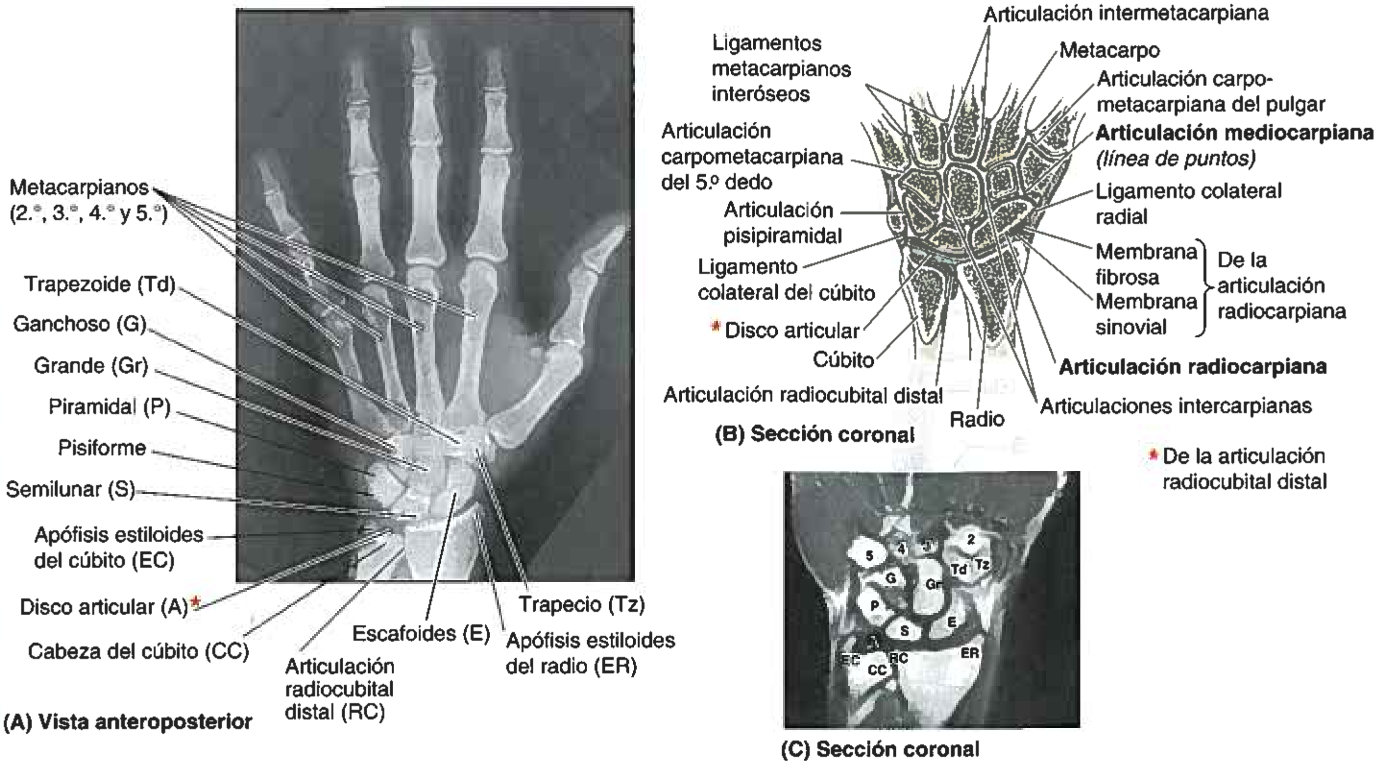
La articulación radiocubital proximal está inervada principalmente por los *nervios musculocutáneo, mediano* y *radial*. La pronación es esencialmente una función del nervio mediano, y la supinación de los nervios musculocutáneo y radial.

Articulación radiocubital distal

La **articulación radiocubital distal (inferior)** es una articulación sinovial de tipo trocoide (fig. 6-104). En ella, el radio se mueve alrededor del extremo distal del cúbito, relativamente fijo.

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

La cabeza redondeada del cúbito se articula con la escotadura cubital de la cara medial del extremo distal del radio. Un **disco articular de la articulación radiocubital distal,** fibrocartilaginoso y de forma triangular (por ello denominado en ocasiones *ligamento triangular* por los clínicos), une los extremos del cúbito y el radio y es la principal estructura estabilizadora de la articulación (figs. 6-104,


Metacarpianos (2.°, 3.°, 4.° y 5.°)
Trapezoide (Td)
Ganchoso (G)
Grande (Gr)
Piramidal (P)
Pisiforme
Semilunar (S)
Apófisis estiloides del cúbito (EC)
Disco articular (A)*
Cabeza del cúbito (CC)
Articulación radiocubital distal (RC)
Escafoides (E)
Trapecio (Tz)
Apófisis estiloides del radio (ER)
Ligamentos metacarpianos interóseos
Articulación intermetacarpiana
Metacarpo
Articulación carpometacarpiana del pulgar
Articulación mediocarpiana (línea de puntos)
Articulación carpometacarpiana del 5.º dedo
Articulación pisipiramidal
Ligamento colateral radial
Ligamento colateral del cúbito
Membrana fibrosa
Membrana sinovial
De la articulación radiocarpiana
* Disco articular
Cúbito
Articulación radiocarpiana
Articulación radiocubital distal
Radio
Articulaciones intercarpianas
* De la articulación radiocubital distal
5
4
3
2
Td
Tz
G
Gr
P
S
E
EC
A
RC
CC
ER

(A) Vista anteroposterior

(B) Sección coronal

(C) Sección coronal

FIGURA 6-107. Huesos y articulaciones del carpo y de la mano. A. En las radiografías del carpo y la mano, el «espacio articular» en el extremo distal del cúbito parece amplio debido a la radiotransparencia del disco articular. (Cortesía del Dr. E.L. Lansdown, Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.) **B.** Esta sección coronal de la mano derecha muestra las articulaciones radiocubital distal, radiocarpiana, intercarpianas, carpometacarpianas e intermetacarpianas. Aunque parecen no tener solución de continuidad en las imágenes A y C, las cavidades articulares de las articulaciones radiocubital distal y radiocarpiana están separadas por el disco articular de la articulación radiocubital distal. **C.** RM coronal del carpo. Las diferentes estructuras se identifican en **A.** (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Chair of Medical Imaging and Clinical Director of Tri-Hospital Magnetic Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

6-105 y 6-107B). La base del disco articular se inserta en el borde medial de la escotadura cubital del radio, y su vértice lo hace en la cara lateral de la base de la apófisis estiloides del cúbito. La superficie proximal de este disco se articula con la cara distal de la cabeza del cúbito. Por ello, en una sección coronal, la cavidad articular tiene forma de L con su barra vertical entre el radio y el cúbito, y la horizontal entre el cúbito y el disco articular (figs. 6-107B y C, y 6-108A). El disco articular separa la cavidad de la articulación radiocubital distal de la cavidad de la articulación radiocarpiana.

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

La *membrana fibrosa de la cápsula articular* engloba la articulación radiocubital distal, pero es deficiente superiormente. La *membrana sinovial* se extiende superiormente entre el radio y el cúbito para formar el **receso sacciforme de la articulación radiocubital distal** (fig. 6-108A). Esta redundancia de la membrana sinovial acomoda los enrollamientos de la cápsula que tienen lugar cuando el extremo distal del radio se desplaza alrededor del relativamente fijo extremo distal del cúbito durante la pronación y la supinación del antebrazo.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

La membrana fibrosa de la cápsula articular de la articulación radiocubital distal está reforzada por un ligamento anterior y uno posterior. Estas bandas transversas relativamente débiles se extienden desde el radio hasta el cúbito a través de las superficies anterior y posterior de la articulación.

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

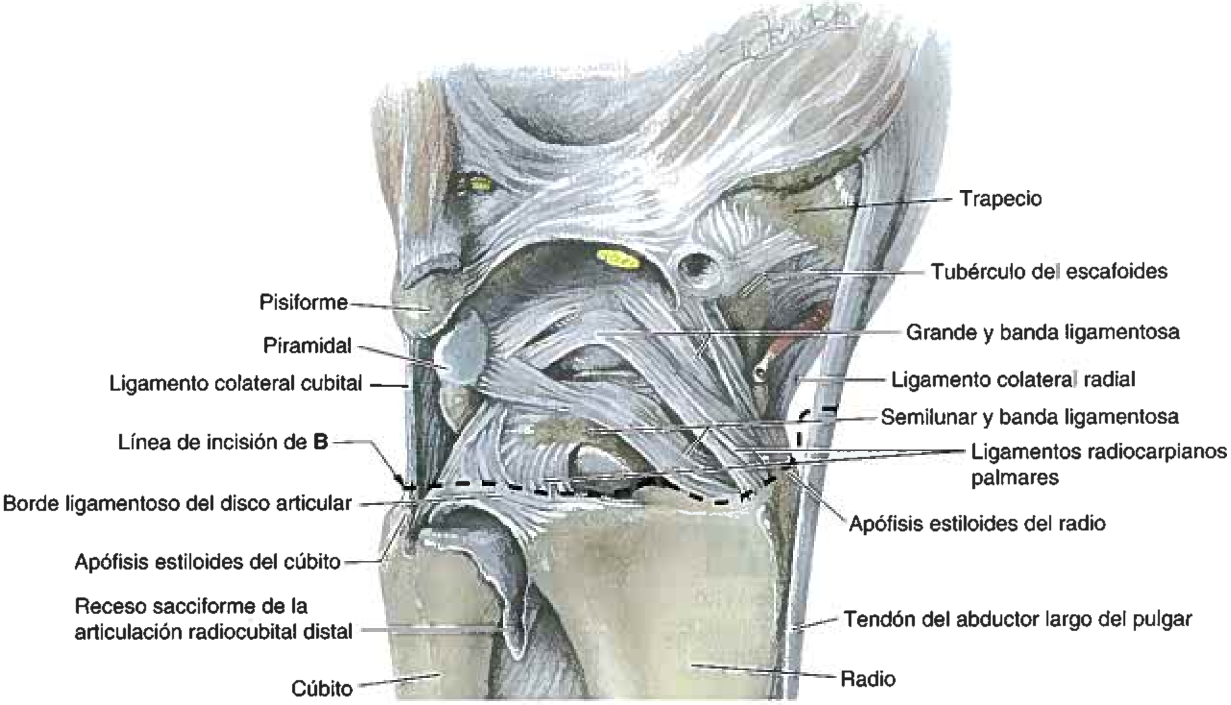
Durante la pronación del antebrazo y la mano, el extremo distal del radio se desplaza (rota) anterior y medialmente, para cruzar por delante del cúbito (figs. 6-103, 6-105 y 6-106). Durante la supinación, el radio deja de cruzarse con el cúbito, ya que su extremo distal se desplaza (rota) lateral y posteriormente, y los huesos se vuelven paralelos.

MÚSCULOS QUE MUEVEN LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

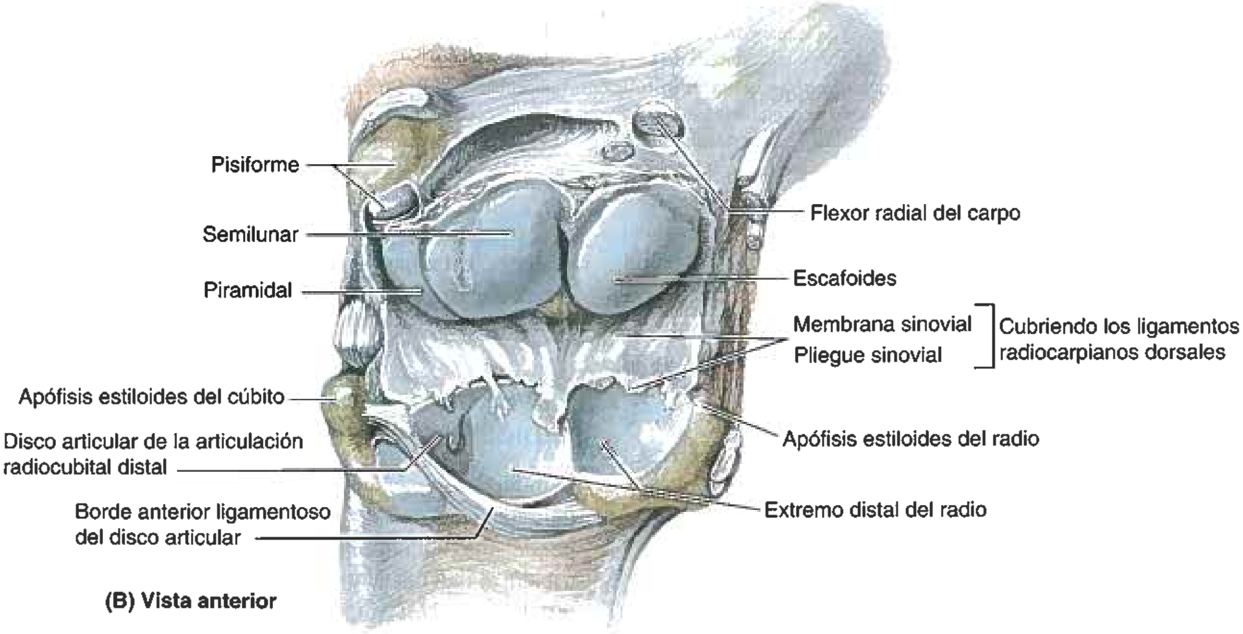
Los músculos que inducen movimientos de la articulación radiocubital distal ya se han descrito en el apartado dedicado a la articulación radiocubital proximal (p. 806).

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

Las *arterias interóseas anterior* y *posterior* irrigan la articulación radiocubital distal (fig. 6-104).


Trapecio
Tubérculo del escafoides
Pisiforme
Grande y banda ligamentosa
Piramidal
Ligamento colateral radial
Ligamento colateral cubital
Semilunar y banda ligamentosa
Línea de incisión de B
Ligamentos radiocarpianos palmares
Borde ligamentoso del disco articular
Apófisis estiloides del radio
Apófisis estiloides del cúbito
Receso sacciforme de la articulación radiocubital distal
Tendón del abductor largo del pulgar
Cúbito
Radio

(A) Vista anterior


Pisiforme
Flexor radial del carpo
Semilunar
Escafoides
Piramidal
Membrana sinovial
Pliegue sinovial
Cubriendo los ligamentos radiocarpianos dorsales
Apófisis estiloides del cúbito
Apófisis estiloides del radio
Disco articular de la articulación radiocubital distal
Extremo distal del radio
Borde anterior ligamentoso del disco articular

(B) Vista anterior

FIGURA 6-108. Disección de las articulaciones radiocubital distal, radiocarpiana e intercarpiana A. Se muestran los ligamentos de estas articulaciones. La mano está en extensión forzada, pero la articulación está intacta. Obsérvense los ligamentos radiocarpianos palmares, que pasan desde el radio hasta las dos filas de huesos del carpo. Estos ligamentos robustos están dirigidos de modo que la mano sigue al radio durante la supinación. **B.** La articulación está abierta anteriormente, con los ligamentos radiocarpianos dorsales a modo de bisagra. Obsérvese que las caras articulares proximales del escafoides y del semilunar son casi iguales, y que el semilunar se articula tanto con el radio como con el disco articular. El piramidal únicamente se articula con el disco articular de la articulación radiocubital distal durante la aducción del carpo.

INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

Los *nervios interóseos anterior* y *posterior* inervan la articulación radiocubital distal.

Articulación radiocarpiana

La **articulación radiocarpiana** es una articulación sinovial de tipo condílea (elipsoide). La posición de esta articulación está indicada aproximadamente por una línea que une la apófisis estiloides del radio con la del cúbito, o por el surco proximal del carpo (figs. 6-89 y 6-106 a 6-108). El *carpo (muñeca)* es el segmento proximal de la mano constituido por un complejo de ocho huesos carpianos; se articula proximalmente con el antebrazo mediante la articulación radiocarpiana, y distalmente con los cinco metacarpianos.

SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

El cúbito no participa en la articulación radiocarpiana. Son el extremo distal del radio y el disco de la articulación radiocubital distal los que se articulan con la hilera proximal de huesos del carpo, excepto el pisiforme. Este último actúa principalmente como hueso sesamoideo, aumentando la acción de palanca del flexor cubital del carpo. Se encuentra en un plano anterior a los otros huesos del carpo, y se articula sólo con el piramidal.

CÁPSULA ARTICULAR DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

La *membrana fibrosa de la cápsula articular* rodea la articulación radiocarpiana y se inserta en los extremos distales del radio y el cúbito, y en la fila proximal de huesos carpianos (escafoides, semilunar y piramidal). La *membrana sinovial* recubre la superficie interna de la membrana fibrosa de la cápsula articular y se inserta en los márgenes de las superficies articulares (fig. 6-108B). Existen numerosos repliegues sinoviales.

LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

La membrana fibrosa de la cápsula articular está reforzada por resistentes ligamentos radiocarpianos dorsales y palmares. Los **ligamentos radiocarpianos palmares** van desde el radio hasta las dos filas de huesos carpianos (fig. 6-108A). Son resistentes y se orientan para que la mano siga al radio durante la supinación del antebrazo. Los **ligamentos radiocarpianos dorsales** tienen la misma orientación para que la mano siga al radio durante la pronación del antebrazo.

La cápsula articular también está reforzada medialmente por el **ligamento colateral cubital,** que se inserta en la apófisis estiloides del cúbito y en el piramidal (figs. 6-107B y 6-108A). La cápsula articular también está reforzada lateralmente por el **ligamento colateral radial,** que se inserta en la apófisis estiloides del radio y en el escafoides.

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

La articulación radiocarpiana puede aumentar la amplitud de sus movimientos mediante pequeños desplazamientos adicionales de las articulaciones intercarpianas y mediocarpiana (fig. 6-109). Sus movimientos son de *flexión-extensión, abducción-aducción* (desviación radial-desviación cubital) y *circunducción.* El grado de flexión de la mano sobre el antebrazo es superior al de extensión; estos movimientos se acompañan (de hecho, se inician así) de movimientos similares en la articulación mediocarpiana (entre las filas proximal y distal de huesos carpianos). El grado de aducción de la mano es mayor que el de abducción (fig. 6-109B). La mayor parte de la aducción tiene lugar en la articulación radiocarpiana. En la abducción desde la posición neutra está implicada la articulación mediocarpiana. La circunducción de la mano consiste en una serie sucesiva de movimientos de flexión, aducción, extensión y abducción.

MÚSCULOS QUE MUEVEN LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

Los movimientos de la articulación radiocarpiana se deben principalmente a la acción de los músculos «carpianos» del antebrazo, cuyos tendones se extienden a lo largo de las cuatro esquinas del carpo (cuando se compara una sección transversal del carpo con un rectángulo; fig. 6-109C) para insertarse en las bases de los metacarpianos. El flexor cubital del carpo lo hace a través del **ligamento pisiganchoso,** que sería una continuación de su tendón si se considerara al pisiforme como un hueso sesamoideo situado dentro del tendón continuo.

- La *flexión de la articulación radiocarpiana* está producida por los flexores radial y cubital del carpo, con la ayuda de los flexores de los dedos y del pulgar, el palmar largo y el abductor largo del pulgar.
- La *extensión de la articulación radiocarpiana* está producida por los extensores radiales corto y largo del carpo, y el extensor cubital del carpo, con la ayuda de los extensores de los dedos y del pulgar.
- La *abducción de la articulación radiocarpiana* está producida por el abductor largo del pulgar, el flexor radial del carpo y los extensores radiales corto y largo del carpo; está limitada aproximadamente a 15° debido a la interposición de la apófisis estiloides del radio.
- La *aducción de la articulación radiocarpiana* está producida por la contracción simultánea del extensor cubital del carpo y el flexor cubital del carpo.

La mayoría de las actividades requieren un reducido grado de flexión del carpo; no obstante, la prensión tensa (cierre con fuerza del puño) necesita un movimiento de extensión. La posición ligeramente extendida es también la más estable y la «posición de descanso».

IRRIGACIÓN DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

Las arterias que irrigan la articulación radiocarpiana son ramas de los *arcos dorsal y palmar del carpo* (figs. 6-61A y 6-67).

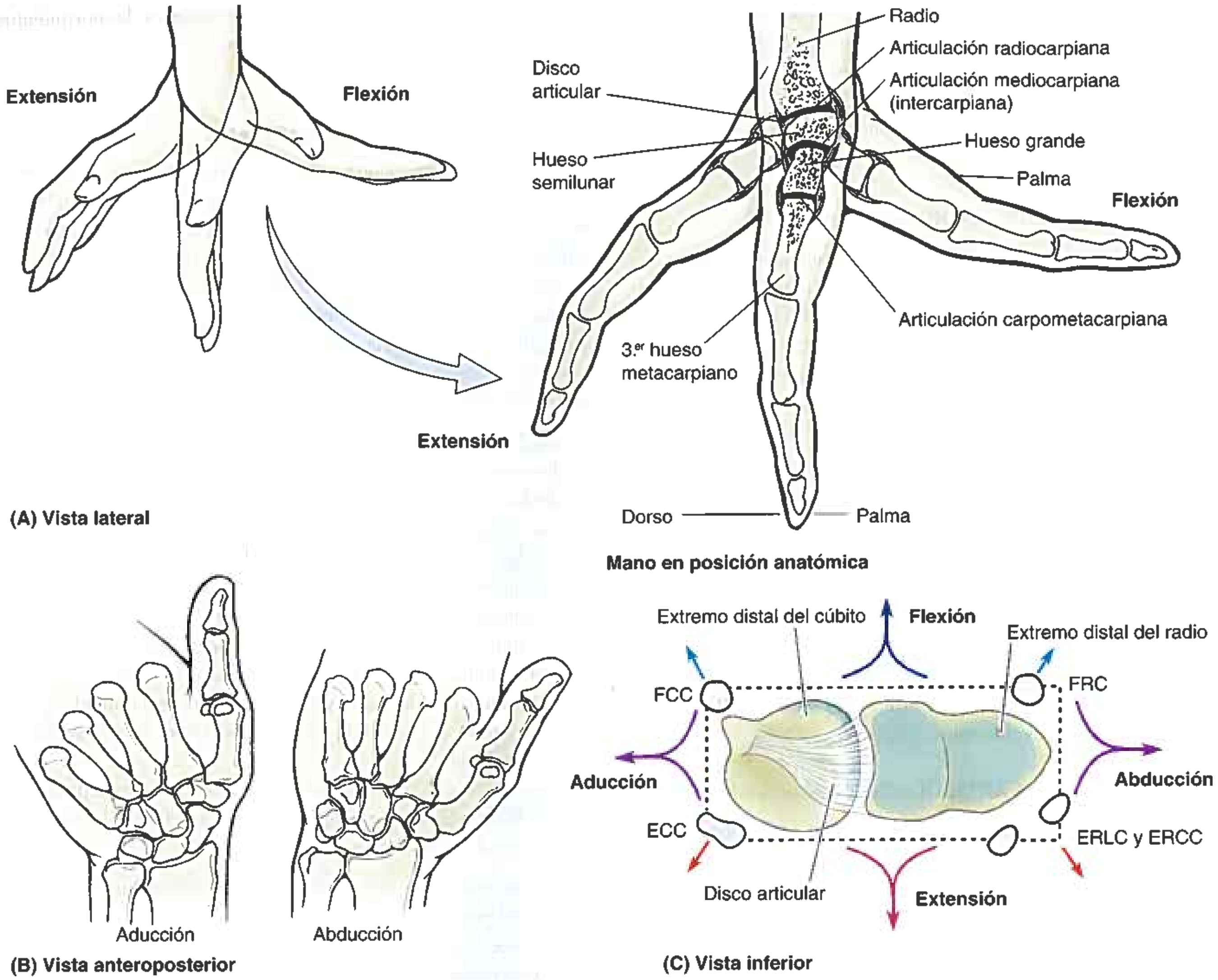
INERVACIÓN DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

Los nervios que inervan la articulación radiocarpiana proceden del ramo interóseo anterior del *nervio mediano,* el ramo interóseo posterior del *nervio radial,* y los ramos dorsal y profundo del *nervio cubital* (figs. 6-69 y 6-85; tablas 6-13 y 6-16).

Articulaciones intercarpianas

Las **articulaciones intercarpianas,** que interconectan los huesos carpianos, son sinoviales planas (fig. 6-107), y se resumen de la siguiente manera:

- Articulaciones entre los huesos carpianos de la hilera proximal.
- Articulaciones entre los huesos carpianos de la hilera distal.
- **Articulación mediocarpiana,** que es una articulación compleja entre las hileras proximal y distal de huesos carpianos.
- **Articulación del pisiforme,** entre el pisiforme y la superficie palmar del piramidal.


Extensión
Flexión
Extensión
Disco articular
Hueso semilunar
Radio
Articulación radiocarpiana
Articulación mediocarpiana (intercarpiana)
Hueso grande
Palma
Flexión
Articulación carpometacarpiana
3.er hueso metacarpiano
Dorso
Palma
Mano en posición anatómica
Aducción
Abducción
Extremo distal del cúbito
Flexión
Extremo distal del radio
FCC
FRC
Aducción
Abducción
ECC
ERLC y ERCC
Disco articular
Extensión

(A) Vista lateral

(B) Vista anteroposterior

(C) Vista inferior

FIGURA 6-109. Movimientos del carpo. A. En esta sección sagital del carpo y de la mano durante la extensión y la flexión, obsérvense las articulaciones radiocarpiana, mediocarpiana y carpometacarpianas. Casi todos los movimientos tienen lugar en la articulación radiocarpiana, con movimientos adicionales localizados en la articulación mediocarpiana durante la flexión completa y la extensión. **B.** Se muestra el movimiento en las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana durante la aducción y la abducción como se verían en una radiografía posteroanterior. **C.** Las *flechas* indican la dirección en que se mueve la mano cuando los tendones de los músculos principales («carpianos») actúan en las «cuatro esquinas» de la articulación, individualmente o al unísono. ECC, extensor cubital del carpo; ERCC, extensor radial corto del carpo; ERLC, extensor radial largo del carpo; FCC, flexor cubital del carpo; FRC, flexor radial del carpo.

CÁPSULA ARTICULAR DE LAS ARTICULACIONES INTERCARPIANAS

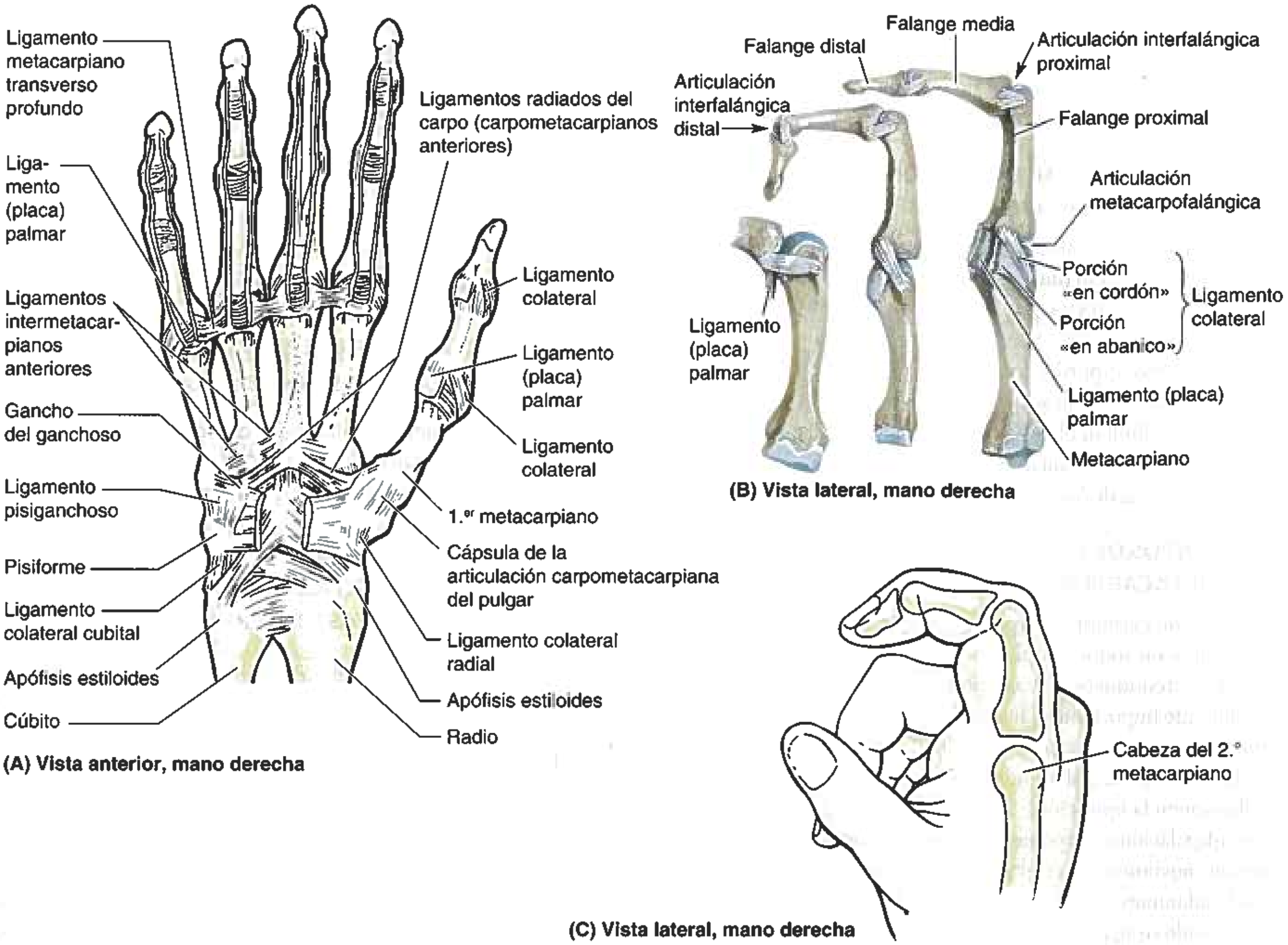
Las **articulaciones intercarpianas y carpometacarpianas** (con la excepción de la articulación carpometacarpiana del pulgar, que es independiente) forman una cavidad articular común continua. La articulación radiocarpiana también es independiente. La continuidad de las cavidades articulares, o la ausencia de ésta, es significativa en relación con la diseminación de infecciones y con la práctica de artroscopias (en las cuales se inserta un fibroscopio flexible en la cavidad articular para visualizar sus superficies internas y sus características). La *membrana fibrosa de la cápsula articular* rodea las articulaciones intercarpianas y ayuda a mantener unidos los huesos carpianos. La *membrana sinovial* recubre la membrana fibrosa y se inserta en los márgenes de las superficies articulares de los huesos carpianos.

LIGAMENTOS DE LAS ARTICULACIONES INTERCARPIANAS

Los huesos carpianos están unidos por ligamentos anteriores, posteriores e interóseos (figs. 6-108 y 6-110A).

MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES INTERCARPIANAS

Los movimientos de deslizamiento que tienen lugar entre los huesos carpianos se acompañan de movimientos en la articulación radiocarpiana que los extienden y aumentan la amplitud global de movimiento. De hecho, la flexión y la extensión de la mano se inician en la *articulación mediocarpiana,* entre las hileras proximal y distal de huesos carpianos (figs. 6-107B y 6-109A). La mayor parte de la flexión y de la aducción se produce principalmente en la articulación radiocarpiana, mientras que la extensión y la abducción


Ligamento metacarpiano transverso profundo
Liga- mento (placa) palmar
Ligamentos intermetacar- pianos anteriores
Gancho del ganchoso
Ligamento pisiganchoso
Pisiforme
Ligamento colateral cubital
Apófisis estiloides
Cúbito
Ligamentos radiados del carpo (carpometacarpianos anteriores)
Ligamento colateral
Ligamento (placa) palmar
Ligamento colateral
1.er metacarpiano
Cápsula de la articulación carpometacarpiana del pulgar
Ligamento colateral radial
Apófisis estiloides
Radio
Falange media
Falange distal
Articulación interfalángica proximal
Articulación interfalángica distal
Falange proximal
Articulación metacarpofalángica
Porción «en cordón»
Porción «en abanico»
Ligamento colateral
Ligamento (placa) palmar
Ligamento (placa) palmar
Metacarpiano
Cabeza del 2.º metacarpiano

(A) Vista anterior, mano derecha

(B) Vista lateral, mano derecha

(C) Vista lateral, mano derecha

FIGURA 6-110. Articulaciones de la mano. A. Ligamentos palmares de las articulaciones radiocubital, radiocarpiana, intercarpianas, carpometacarpianas e interfalángicas. **B.** Articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. Los ligamentos (placas) palmares son modificaciones de la cara anterior de las cápsulas articulares de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. **C.** Dedo índice flexionado mostrando sus falanges y la posición de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. Los nudillos están formados por las cabezas de los huesos, y el plano de la articulación queda situado distalmente.

implican principalmente a la mediocarpiana. Los movimientos en las otras articulaciones intercarpianas son pequeños, aunque la hilera proximal es más móvil que la distal.

IRRIGACIÓN DE LAS ARTICULACIONES INTERCARPIANAS

Las arterias que irrigan las articulaciones intercarpianas proceden de los arcos dorsal y palmar del carpo (fig. 6-82; tabla 6-15).

INERVACIÓN DE LAS ARTICULACIONES INTERCARPIANAS

Las articulaciones intercarpianas están inervadas por el ramo interóseo anterior del *nervio mediano* y por los ramos dorsal y profundo del *nervio cubital* (fig. 6-85; tabla 6-16).

Articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas

Las **articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas** son sinoviales planas, con la excepción de la **articulación carpometacarpiana del pulgar,** que es en silla de montar (fig. 6-107).

SUPERFICIES ARTICULARES DE LAS ARTICULACIONES CARPOMETACARPIANAS E INTERMETACARPIANAS

Las superficies distales de los huesos carpianos de la hilera distal se articulan con las superficies carpianas de las bases de los metacarpianos en las articulaciones carpometacarpianas. La importante articulación carpometacarpiana del pulgar se establece entre el trapecio y la base del 1.er metacarpiano, y está dotada de una cavidad articular separada. Al igual que los huesos carpianos, los metacarpianos adyacentes se articulan entre sí; las articulaciones intermetacarpianas tienen lugar entre las caras radial y cubital de las bases de los metacarpianos.

CÁPSULA DE LAS ARTICULACIONES CARPOMETACARPIANAS E INTERMETACARPIANAS

Las cuatro articulaciones carpometacarpianas mediales y las tres articulaciones intermetacarpianas están englobadas por una *cápsula articular común* en las caras palmar y dorsal. Una *membrana sinovial común* recubre la cara interna de la membrana fibrosa de la cápsula articular, y rodea una cavidad articular común. La *membrana fibrosa de la articulación carpometacarpiana del pulgar* rodea la articulación y se inserta en los márgenes de las superficies articulares. La *membrana sinovial* recubre la superficie interna de la membrana fibrosa. La laxitud de la cápsula facilita la libertad de movimientos de la articulación del pulgar.

LIGAMENTOS DE LAS ARTICULACIONES CARPOMETACARPIANAS E INTERMETACARPIANAS

En la región de las articulaciones, los huesos están unidos por **ligamentos carpometacarpianos e intermetacarpianos palmares** y **dorsales** (fig. 6-110A), y por **ligamentos intermetacarpianos interóseos** (fig. 6-107B). Además, los **ligamentos metacarpianos transversos** superficial y profundo (en los que se inicia la aponeurosis palmar), que se asocian a los extremos distales de los metacarpianos, limitan el movimiento de las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas porque se oponen a la separación de las cabezas de los metacarpianos.

MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES CARPOMETACARPIANAS E INTERMETACARPIANAS

La articulación carpometacarpiana del pulgar permite movimientos angulares en todos los planos (flexión-extensión, abducción-aducción y circunducción) y un cierto grado de rotación axial. Es especialmente importante el hecho de que *aquí tiene lugar el movimiento esencial para la oposición del pulgar.* Aunque el oponente del pulgar es el principal impulsor, todos los músculos hipotenares contribuyen en la oposición.

Las articulaciones carpometacarpianas de los dedos 2.° y 3.° casi no tienen movimiento, la del 4.° es ligeramente móvil y la del 5.° es moderadamente móvil, ya que puede flexionarse y rotar ligeramente cuando se agarra con fuerza algo (fig. 6-73G y H). Cuando la palma de la mano adopta forma de «copa» (como sucede al oponer los pulpejos del pulgar y el meñique), dos tercios del movimiento tienen lugar en la articulación carpometacarpiana del pulgar y un tercio en las articulaciones carpometacarpiana e intermetacarpianas de los dedos 4.° y 5.°.

IRRIGACIÓN DE LAS ARTICULACIONES CARPOMETACARPIANAS E INTERMETACARPIANAS

Las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas están irrigadas por *anastomosis arteriales periarticulares del carpo y la mano* (arcos dorsal y palmar del carpo, arco palmar profundo y arterias metacarpianas) (figs. 6-82 y 6-83).

INERVACIÓN DE LAS ARTICULACIONES CARPOMETACARPIANAS E INTERMETACARPIANAS

Las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas están inervadas por el ramo interóseo anterior del *nervio mediano*, el ramo interóseo posterior del *nervio radial* y los ramos dorsales y profundo del *nervio cubital* (fig. 6-85).

Articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas

Las **articulaciones metacarpofalángicas** son sinoviales de tipo condílea, y permiten movimientos en dos planos: flexión-extensión y aducción-abducción. Las **articulaciones interfalángicas** son sinoviales de tipo gínglimo, y sólo permiten movimientos de flexión-extensión (fig. 6-110B).

SUPERFICIES ARTICULARES DE LAS ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS

Las cabezas de los metacarpianos se articulan con las bases de las falanges proximales en las articulaciones metacarpofalángicas, y las cabezas de las falanges se articulan con las bases de las falanges más distales en las articulaciones interfalángicas.

CÁPSULAS ARTICULARES DE LAS ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS

Cada articulación metacarpofalángica e interfalángica está englobada por una *cápsula articular* dotada de una *membrana sinovial* que tapiza una *membrana fibrosa* que se inserta en los márgenes de cada articulación.

LIGAMENTOS DE LAS ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS

La membrana fibrosa de cada articulación metacarpofalángica e interfalángica está reforzada por dos **ligamentos colaterales** (medial y lateral). Estos ligamentos constan de dos porciones:

- *Porciones similares a cordones,* más densas, que discurren distalmente desde las cabezas de los metacarpianos y las falanges hasta las bases de las falanges (fig. 6-110A y B).
- *Porciones en forma de abanico,* más delgadas, que discurren anteriormente para insertarse en láminas gruesas, densamente fibrosas, o fibrocartilaginosas **(ligamentos palmares),** que forman la cara palmar de la cápsula articular.

Las porciones en forma de abanico de los ligamentos colaterales hacen que los ligamentos palmares se muevan como una visera por encima de las cabezas de los metacarpianos o las falanges subyacentes.

Las resistentes porciones similares a cordones de los ligamentos colaterales de las articulaciones metacarpofalángicas se insertan excéntricamente en las cabezas de los metacarpianos, y por ello se relajan durante la extensión y se tensan durante la flexión. Como resultado, los dedos en general no se pueden separar (abducir) cuando las articulaciones metacarpofalángicas se encuentran en flexión completa. Las articulaciones interfalángicas están dotadas de los mismos ligamentos, pero como los extremos distales de las falanges proximales y medias están aplanados anteroposteriormente y poseen dos pequeños cóndilos, no permiten movimientos de abducción ni de aducción.

Los ligamentos palmares se fusionan con las vainas fibrosas digitales para formar un túnel longitudinal liso que permite que los tendones de los flexores largos se deslicen y se mantengan centrados cuando cruzan las convexidades de las articulaciones. Los ligamentos palmares de las articulaciones metacarpofalángicas 2.ª a 5.ª están unidos por **ligamentos metacarpianos transversos profundos** que mantienen juntas las cabezas de los metacarpianos. Además, el dosel dorsal de cada aparato extensor se inserta anteriormente en los lados de los ligamentos palmares de las articulaciones metacarpofalángicas.

MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS

En las articulaciones metacarpofalángicas 2.ª a 5.ª tienen lugar movimientos de flexión-extensión, abducción-aducción y circunducción de los dedos 2.° a 5.°. El movimiento de la articulación metacarpofalángica del pulgar está limitado a la flexión-extensión. En las articulaciones interfalángicas sólo tienen lugar movimientos de flexión y extensión.

(*El texto continúa en p. 819*)

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR

Luxación de la articulación esternoclavicular

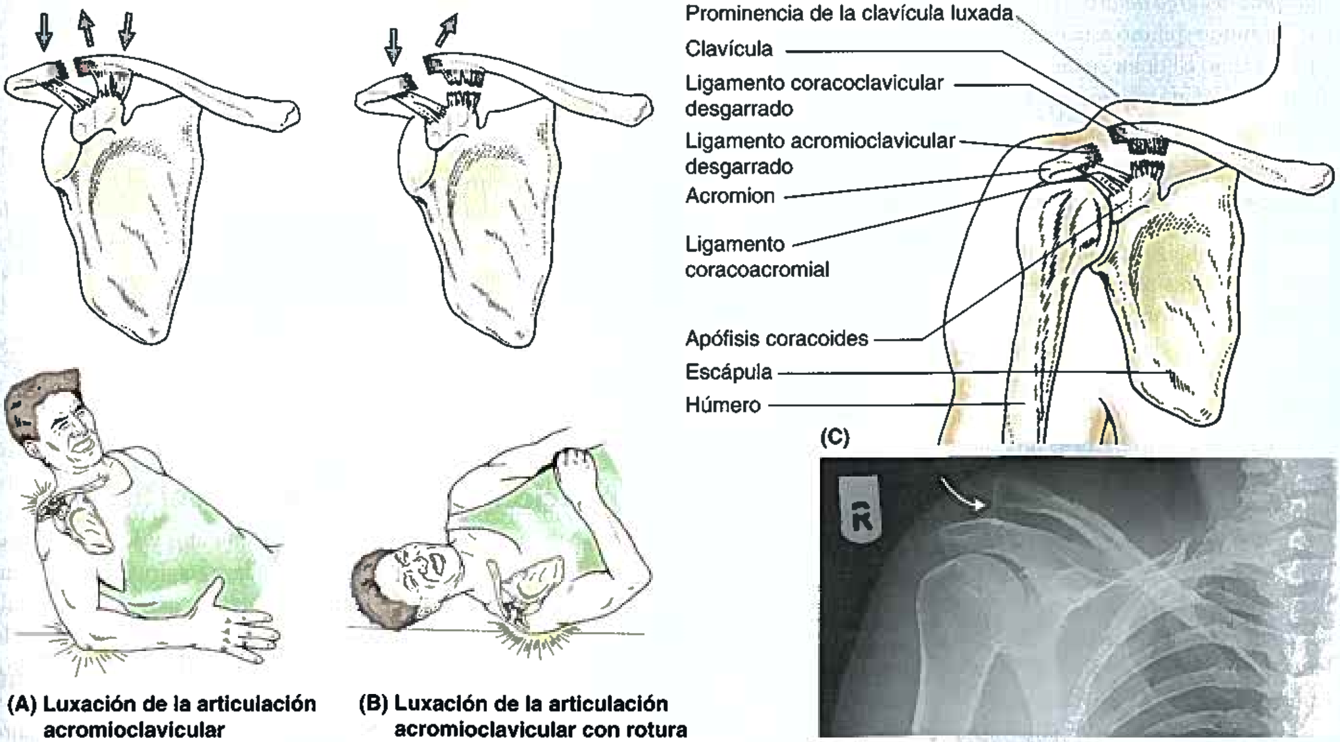
La excepcionalidad de la luxación de la articulación esternoclavicular atestigua su resistencia, que se debe a sus ligamentos, su disco y a la manera en que normalmente se transmiten las fuerzas por la clavícula. Cuando se recibe un golpe en el acromion de la escápula, o cuando se transmite una fuerza a la cintura pectoral al caer sobre la mano extendida, la fuerza del golpe suele transmitirse a lo largo de la clavícula, es decir, por su eje mayor. La clavícula puede fracturarse junto a la unión de sus tercios medio y lateral, pero es muy poco frecuente que se luxe la articulación esternoclavicular. La mayoría de luxaciones de la articulación esternoclavicular en las personas menores de 25 años de edad se deben a fracturas a través de la lámina epifisaria, ya que la epífisis de la extremidad esternal de la clavícula no se cierra hasta la edad de 23 a 25 años.

Anquilosis de la articulación esternoclavicular

El movimiento en la articulación esternoclavicular resulta crucial para el movimiento del hombro. Cuando se produce anquilosis (rigidez o fijación) de la articulación, o cuando es necesario quirúrgicamente, se extirpa una sección del centro de la clavícula, creando una falsa articulación o articulación «suelta» para permitir el movimiento de la escápula.

Luxación de la articulación acromioclavicular

Aunque su ligamento extrínseco (coracoclavicular) es fuerte, la articulación acromioclavicular propiamente dicha es débil y se lesiona con facilidad si sufre un golpe directo (fig. C6-31). En los deportes de contacto como el rugby, el fútbol y el hockey, o en las artes marciales, no es rara la *luxación de la articulación acromioclavicular* como resultado de una caída fuerte sobre el hombro o sobre el miembro superior extendido. La


Prominencia de la clavícula luxada
Clavícula
Ligamento coracoclavicular desgarrado
Ligamento acromioclavicular desgarrado
Acromion
Ligamento coracoacromial
Apófisis coracoides
Escápula
Húmero
(C)
R

(A) Luxación de la articulación acromioclavicular sin rotura del ligamento

(B) Luxación de la articulación acromioclavicular con rotura del ligamento coracoclavicular

(D) Proyección anteroposterior

FIGURA C6-31.

luxación de la articulación acromioclavicular también puede producirse cuando un jugador de hockey es empujado violentamente contra las vallas, o cuando una persona recibe un fuerte golpe en la parte superolateral del dorso.

Una luxación acromioclavicular, a menudo denominada «separación del hombro», es grave cuando se desgarran los ligamentos acromioclavicular y coracoclavicular. Cuando el ligamento coracoclavicular se desgarra, el hombro se separa de la clavícula y cae debido al peso del miembro superior. La *rotura del ligamento coracoclavicular* permite que se desgarre la membrana fibrosa de la cápsula articular, con lo que el acromion podrá pasar inferiormente a la extremidad acromial de la clavícula. La luxación de la articulación acromioclavicular hace más prominente al acromion, y la clavícula puede moverse por encima de este relieve óseo.

Tendinitis cálcica del supraespinoso

La inflamación y la calcificación de la bolsa subacromial provocan dolor, hipersensibilidad y limitación del movimiento de la articulación del hombro. Este proceso se conoce también como *bursitis cálcica escapulohumeral.* El depósito de calcio en el tendón del supraespinoso es frecuente. Esto provoca un aumento local de la presión que suele causar un dolor muy intenso durante la abducción del brazo; el dolor puede irradiar hasta la mano. El depósito de calcio puede irritar la bolsa subacromial subyacente y producir una reacción inflamatoria conocida como *bursitis subacromial.*

Mientras la articulación del hombro se encuentra aducida no se produce dolor, debido a que en esta posición la lesión dolorosa está alejada de la cara inferior del acromion. En la mayoría de las personas, el dolor se produce durante los 50° a 130° de abducción (*síndrome del arco doloroso*) porque a lo largo de este arco el tendón del supraespinoso está en íntimo contacto con la cara inferior del acromion. El dolor se desarrolla habitualmente en varones de 50 años de edad o mayores tras un uso inusual o excesivo de la articulación del hombro.

Lesiones del manguito de los rotadores

El manguito musculotendinoso de los rotadores se lesiona por lo general durante el uso repetido del miembro superior por encima de la horizontal (p. ej., en los deportes de lanzamiento y de raqueta, la natación y el levantamiento de peso). La inflamación recurrente del manguito de los rotadores, sobre todo del área relativamente avascular del tendón del supraespinoso, es una causa común de dolor del hombro y provoca desgarros del manguito musculotendinoso de los rotadores.

El uso reiterado de los músculos del manguito de los rotadores (p. ej., en los lanzadores de béisbol) puede hacer que la cabeza del húmero y el manguito de los rotadores impacten sobre el arco coracoacromial, produciendo una irritación del arco y una inflamación del manguito de los rotadores. Como resultado, se desarrolla una *tendinitis degenerativa del manguito de los rotadores.* También se produce desgaste del tendón del supraespinoso (fig. C6-32).

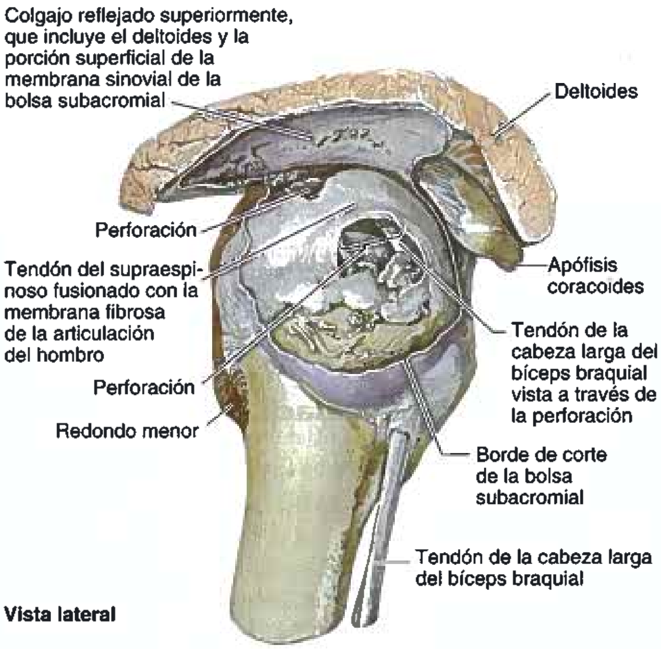

Colgajo reflejado superiormente, que incluye el deltoides y la porción superficial de la membrana sinovial de la bolsa subacromial
Deltoides
Perforación
Tendón del supraespinoso fusionado con la membrana fibrosa de la articulación del hombro
Apófisis coracoides
Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial vista a través de la perforación
Perforación
Redondo menor
Borde de corte de la bolsa subacromial
Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial
Vista lateral

FIGURA C6-32. **Desgaste del tendón del supraespinoso.**

Para explorar la tendinitis degenerativa del manguito de los rotadores se solicita al sujeto que descienda lenta y suavemente el miembro totalmente abducido. A partir de aproximadamente 90° de abducción, el miembro caerá bruscamente sobre el costado de forma incontrolada si el manguito de los rotadores (especialmente la porción supraespinosa) está lesionado y/o desgarrado.

También pueden producirse lesiones del manguito de los rotadores durante una contracción brusca de los músculos, como por ejemplo cuando una persona de edad avanzada hace fuerza para levantar algo, como una ventana atascada. Ese esfuerzo puede romper un manguito previamente degenerado. Una caída sobre el hombro también puede desgarrar un manguito de los rotadores que haya degenerado. A menudo, la porción intracapsular del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial se desfleca (llegando incluso a desgarrarse) y se adhiere al surco intertubercular. Debido a ello, el hombro se vuelve rígido. La integridad de la membrana fibrosa de la cápsula articular de la articulación del hombro suele verse comprometida cuando existe una lesión del manguito de los rotadores, ya que están fusionados. En consecuencia, la cavidad articular se comunica con la bolsa subacromial. Como el músculo supraespinoso deja de ser funcional tras el desgarro completo del manguito de los rotadores, la persona no puede iniciar la abducción del miembro superior. Si el brazo es abducido pasivamente 15° o más, a menudo la persona puede mantener o continuar la abducción usando el deltoides.

Luxación de la articulación del hombro

Debido a su libertad de movimientos y su inestabilidad, la articulación del hombro se luxa con frecuencia por una lesión directa o indirecta. Debido a que la presencia del arco coracoacromial y el soporte ejercido por el manguito de los rotadores evitan la luxación hacia arriba, muchas luxaciones de la cabeza del húmero se producen en dirección inferior, aunque se describen clínicamente como luxaciones anteriores o posteriores (más raras), indicando si la cabeza del húmero ha descendido anterior o posterior al tubérculo infraglenoideo y a la cabeza larga del

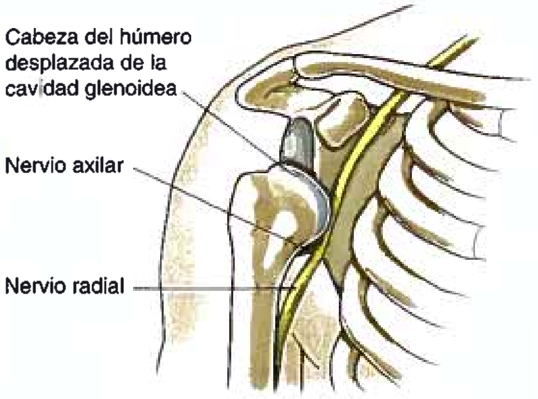


FIGURA C6-33. Luxación de la articulación del hombro.

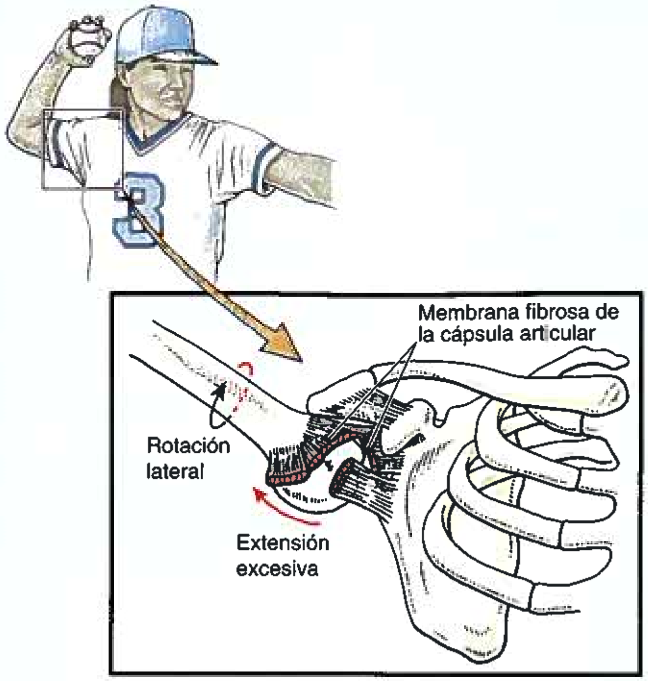


FIGURA C6-34.

tríceps braquial. La cabeza del húmero acaba situándose anterior o posterior a la cavidad glenoidea.

La **luxación anterior de la articulación del hombro** ocurre más a menudo en adultos jóvenes, especialmente en los atletas. Suele deberse, por lo general, a la extensión y rotación lateral excesivas del húmero (fig. C6-33). La cabeza del húmero es impulsada inferoanteriormente, y la membrana fibrosa de la cápsula articular y el rodete glenoideo pueden resultar arrancados de la cara anterior de la cavidad glenoidea. Cuando la articulación del hombro se halla totalmente abducida, un golpe fuerte en el húmero bascula su cabeza inferiormente hacia la porción inferior débil de la cápsula articular. Esto puede desgarrar la cápsula y luxar la articulación, de manera que la cabeza del húmero se sitúa inferior a la cavidad glenoidea y anterior al tubérculo infraglenoideo. A continuación, los fuertes músculos flexores y aductores de la articulación del hombro desplazan la cabeza del húmero anterosuperiormente hacia una posición subcoracoidea. Incapaz de utilizar el brazo, la persona lo aguanta con la otra mano.

La **luxación inferior de la articulación del hombro** suele producirse tras una fractura con avulsión del tubérculo mayor, debido a la ausencia de la tracción en dirección superior y medial que producían los músculos que se insertan en el tubérculo.

Lesión del nervio axilar

El nervio axilar puede lesionarse cuando se luxa la articulación del hombro, debido a su íntima relación con la parte inferior de la cápsula de esta articulación (fig. C6-34). El desplazamiento subglenoideo de la cabeza del húmero dentro del espacio cuadrangular daña al nervio axilar. La lesión del nervio axilar se detecta por la parálisis del deltoides (que se manifiesta por la incapacidad para abducir el brazo hasta la horizontal o por encima de ésta) y por la pérdida de sensibilidad en una pequeña zona de piel que cubre la parte central del deltoides (v. el cuadro azul «Lesión del nervio axilar», p. 710).

Desgarros del rodete glenoideo

El desgarro del rodete glenoideo fibrocartilaginoso suele producirse en atletas que lanzan pelotas de béisbol o rugby y en los que tienen una inestabilidad y subluxación (luxación parcial) de la articulación del hombro. El desgarro acostumbra a deberse a una contracción brusca del bíceps braquial o a la subluxación enérgica de la cabeza humeral sobre el rodete glenoideo. Normalmente, el desgarro afecta a la porción anterosuperior del rodete. El síntoma más común es el dolor al lanzar, sobre todo durante la fase de aceleración, aunque puede percibirse un chasquido en la articulación glenohumeral durante la abducción y rotación lateral del brazo.

Capsulitis adhesiva de la articulación del hombro

La fibrosis adhesiva y la cicatrización entre la cápsula articular inflamada, el manguito de los rotadores, la bolsa subacromial y el deltoides habitualmente causa **capsulitis adhesiva** («hombro congelado»); ocurre en personas de 40 a 60 años de edad. Un individuo con este trastorno tiene dificultad para abducir el brazo, pero puede conseguir una abducción aparente de hasta 45° elevando y rotando la escápula. Debido a la falta de movilidad de la articulación del hombro, la carga se aplica sobre la articulación acromioclavicular, que puede ser dolorosa durante otros movimientos (p. ej., elevación, o encogimiento, de los hombros). Las lesiones que pueden desencadenar una capsulitis aguda incluyen las luxaciones del hombro, la tendinitis cálcica del supraespinoso, un desgarro parcial del manguito de los rotadores y la tendinitis del bíceps braquial (Salter, 1999).

Bursitis del codo

La bolsa subcutánea del olécranon está expuesta a lesiones durante las caídas sobre el codo, y a infección por abrasiones de la piel que cubre el olécranon. La presión y la fricción excesivas y repetidas, como ocurre en la lucha libre, por ejemplo, pueden hacer que esta bolsa se inflame, produciendo una **bursitis olecraneana subcutánea** por fricción, como la denominada «codo de estudiante» (fig. C6-35). Este tipo de bursitis también se conoce como «codo del lanzador de dardos» y «codo del minero». Ocasionalmente, la bolsa se infecta y el área que la recubre se inflama.

La **bursitis olecraneana subtendinosa** es mucho menos frecuente. Se debe a una fricción excesiva entre el tendón del tríceps braquial y el olécranon, provocada, por ejemplo, por flexoextensiones repetidas del antebrazo, como las realizadas durante algunos trabajos en líneas de ensamblaje. El dolor es más intenso durante la flexión del antebrazo debido a la presión ejercida sobre la bolsa subtendinosa del músculo tríceps braquial inflamada por este músculo.

La **bursitis bicipitorradial** (*bursitis del bíceps*) provoca dolor cuando se prona el antebrazo, debido a que esta acción comprime la bolsa bicipitorradial sobre la mitad anterior de la tuberosidad del radio.

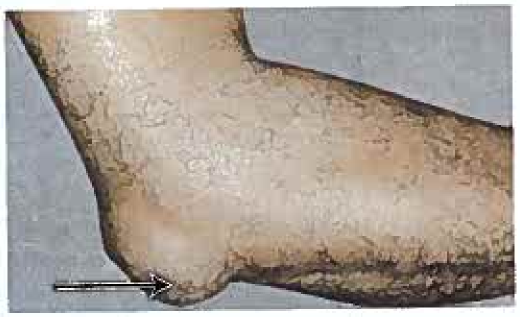


FIGURA C6-35.

Avulsión del epicóndilo medial

La avulsión del epicóndilo medial en los niños puede producirse por una caída que cause una abducción intensa del codo extendido, un movimiento anormal en esta articulación. La tracción resultante sobre el ligamento colateral cubital tira del epicóndilo medial distalmente (fig. C6-36). La base anatómica de la avulsión del epicóndilo medial es que la epífisis del epicóndilo medial puede no estar fusionada con el extremo distal del húmero hasta los 20 años de edad. Normalmente, la fusión radiográfica es completa a la edad de 14 años en las mujeres y a los 16 en los hombres.

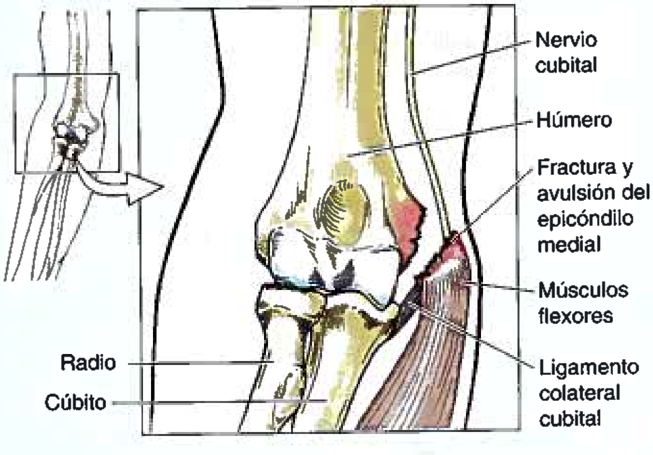

Nervio cubital
Húmero
Fractura y avulsión del epicóndilo medial
Músculos flexores
Ligamento colateral cubital
Radio
Cúbito

FIGURA C6-36.

La *lesión por tracción del nervio cubital* es una complicación frecuente de la avulsión del epicóndilo medial por abducción. La base anatómica de este estiramiento del nervio cubital es que éste pasa posterior al epicóndilo medial antes de entrar en el antebrazo.

Reconstrucción del ligamento colateral cubital

La rotura, el desgarro o la distensión del ligamento colateral cubital son lesiones cada vez más frecuentes, relacionadas con lanzamientos deportivos, principalmente en lanzadores de béisbol (fig. C6-37A), pero también en pasadores de rugby, lanzadores de jabalina y jugadores de waterpolo. La reconstrucción del ligamento colateral cubital, conocida habitualmente por los anglosajones como la «intervención de Tommy John» (por el primer lanzador de béisbol que se sometió a esta operación), implica el trasplante autólogo de un tendón largo del antebrazo contralateral o de la pierna (p. ej., el tendón del palmar largo o plantar; fig. C6-37B). Se hacen pasar entre 10 y 15 cm de tendón a través de orificios perforados en el epicóndilo medial

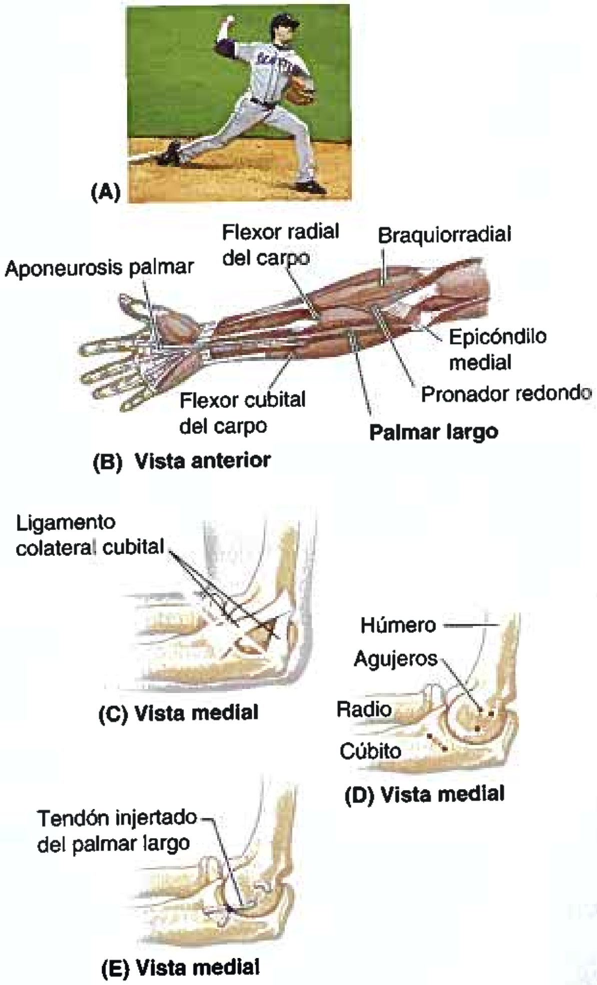

(A)
Aponeurosis palmar
Flexor radial del carpo
Braquiorradial
Epicóndilo medial
Pronador redondo
Flexor cubital del carpo
Palmar largo
(B) Vista anterior
Ligamento colateral cubital
(C) Vista medial
Húmero
Agujeros
Radio
Cúbito
(D) Vista medial
Tendón injertado del palmar largo
(E) Vista medial

FIGURA C6-37.

del húmero y la cara lateral de la apófisis coronoides del cúbito (fig. C6-37C a E).

Luxación de la articulación del codo

Puede producirse una *luxación posterior de la articulación del codo* cuando un niño cae sobre las manos con los codos flexionados. Las luxaciones del codo pueden producirse por hiperextensión o por un golpe que empuje el cúbito posteriormente o posterolateralmente. Cuando el radio y el cúbito se luxan posteriormente, el extremo distal del húmero es impulsado a través de la débil porción anterior de la membrana fibrosa de la cápsula articular (fig. C6-38). A menudo se produce el desgarro del ligamento colateral cubital, y puede asociarse una fractura de la cabeza del radio, la apófisis coronoides o el olécranon del cúbito. También puede producirse la lesión del nervio cubital, que provocará entumecimiento del dedo meñique y debilidad de la flexión y la aducción del carpo.

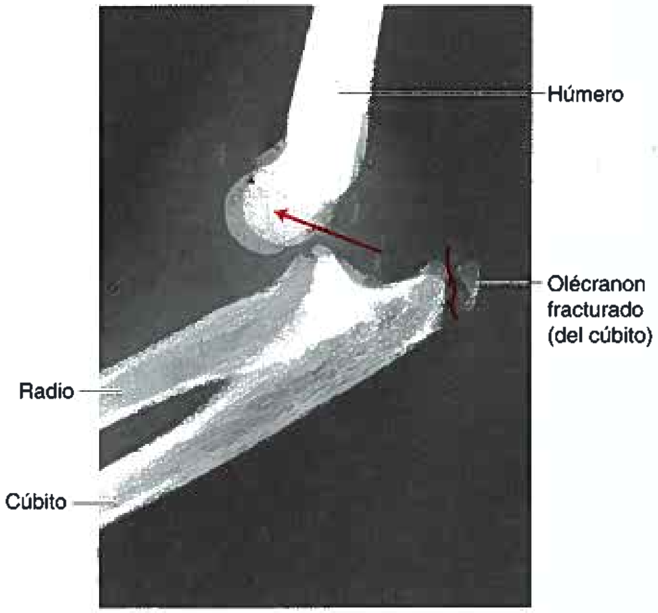


FIGURA C6-38. Luxación del codo.

Subluxación y luxación de la cabeza del radio

Los niños en edad preescolar, en especial las niñas, son vulnerables a la subluxación transitoria (luxación incompleta) de la cabeza del radio (que también se conoce como «codo de la niñera» y «pronación dolorosa»). La anamnesis de estos casos es típica. El niño es levantado súbitamente por el miembro superior cuando el antebrazo está pronado (p. ej., al levantar en volandas a un niño, fig. C6-39A). El niño puede gritar y rechazar el uso del miembro, que protege sujetándolo con el codo flexionado y el antebrazo pronado.

La tracción súbita del miembro superior desgarra la inserción distal del ligamento anular, donde éste se inserta laxamente en el cuello del radio. La cabeza del radio se mueve entonces distalmente y una parte de ella se sale de la «copa» formada por el ligamento anular (fig. C6-39B). La porción proximal del ligamento desgarrado puede quedar atrapada entre la cabeza del radio y el capítulo (cóndilo) del húmero.

La fuente del dolor es el ligamento anular pellizcado. El tratamiento de la subluxación consiste en supinar el antebrazo del niño mientras el codo está flexionado (Salter, 1999). El desgarro del ligamento anular cicatriza colocando el miembro en cabestrillo durante unas dos semanas.

Fracturas y luxaciones del carpo

Las fracturas del extremo distal del radio (*fractura de Colles*), la fractura más frecuente en las personas mayores de 50 años de edad, se ha comentado en el cuadro azul «Fracturas del cúbito y el radio», en la página 685. La *fractura del escafoides*, relativamente frecuente en adultos jóvenes, se ha descrito en el cuadro azul «Fractura del escafoides», en la página 686.

La *luxación anterior del semilunar* es una lesión poco frecuente, pero grave, que se suele producir por una caída sobre el carpo en flexión dorsal (fig. C6-40A). El semilunar es empujado desde su sitio en el suelo del conducto (túnel) carpiano hacia la cara palmar del carpo, y puede comprimir el nervio mediano e inducir el *síndrome del túnel carpiano* (conducto carpiano), descrito anteriormente en este capítulo. Debido a su pobre irrigación, puede producirse *necrosis avascular del semilunar*, y en algunos casos puede ser necesario extirpar el semilunar. En la *artropatía degenerativa del carpo* puede ser necesaria la fusión quirúrgica de los huesos del carpo **(artrodesis)** para aliviar el intenso dolor.

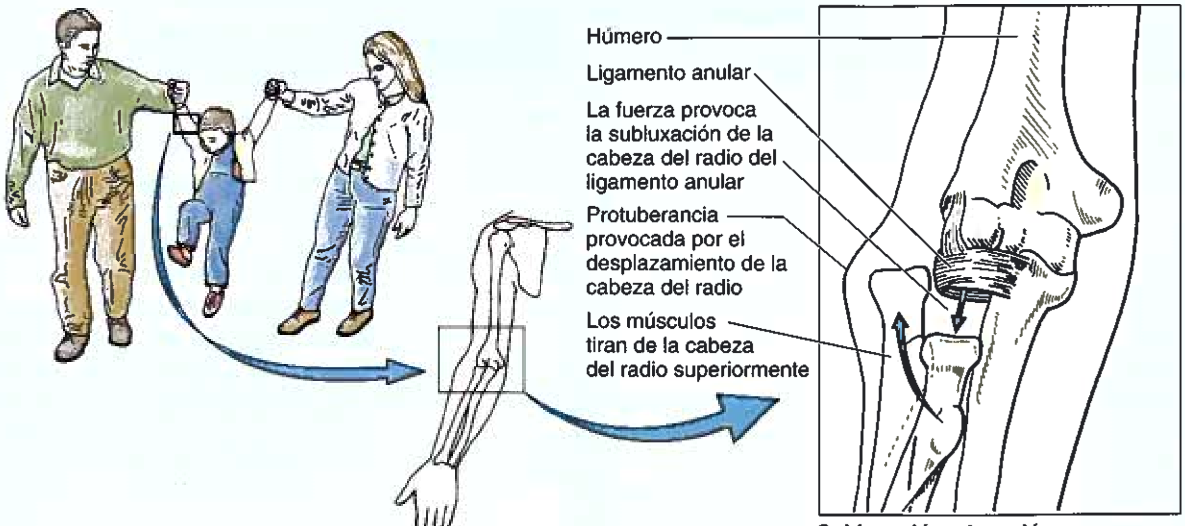
La *fractura-separación de la epífisis distal del radio* es habitual en los niños debido a las frecuentes caídas en que las fuerzas se transmiten desde la mano al radio (fig. C6-40B y C). En una radiografía lateral del carpo del niño es evidente el desplazamiento dorsal de la epífisis distal del radio (fig. C6-40C). Si se coloca la epífisis en su posición normal durante la reducción de la fractura, el pronóstico de un crecimiento óseo adecuado es bueno.

Pulgar de domador de toros

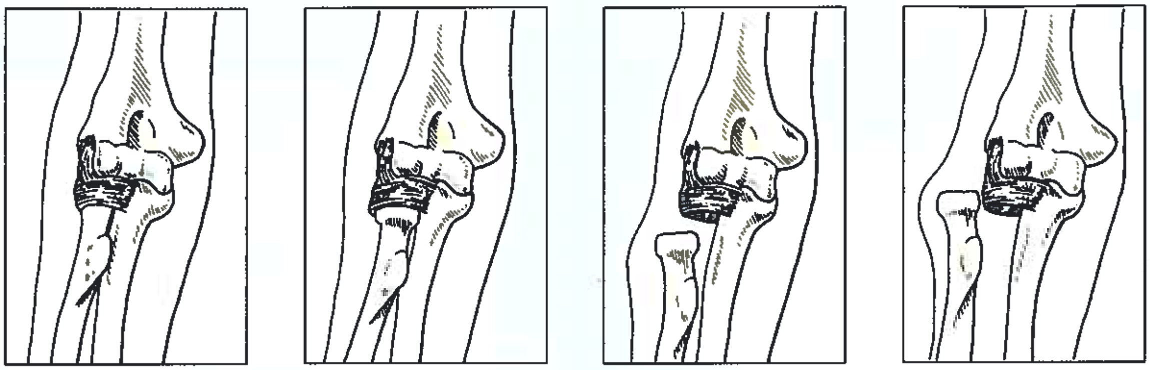
El *pulgar de domador de toros* se refiere a un esguince del ligamento colateral radial con fractura por avulsión de la porción lateral de la falange proximal del pulgar. Esta lesión es frecuente en las personas que montan toros mecánicos.

Pulgar de esquiador

El pulgar de esquiador (históricamente pulgar del guardabosques) se produce por la rotura o la laxitud crónica del ligamento colateral de la 1.ª articulación metacarpofalángica. La lesión es consecuencia de la hiperabducción de la articulación metacarpofalángica, que ocurre cuando el pulgar es frenado por el palo de esquí mientras el resto de la mano golpea el suelo o se hunde en la nieve. En los casos graves, la cabeza del metacarpiano presenta una fractura con avulsión.

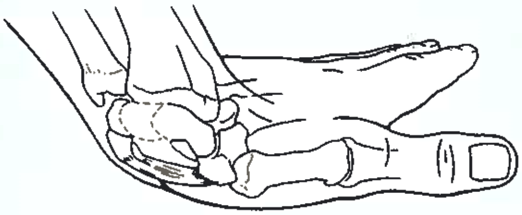

Húmero
Ligamento anular
La fuerza provoca la subluxación de la cabeza del radio del ligamento anular
Protuberancia provocada por el desplazamiento de la cabeza del radio
Los músculos tiran de la cabeza del radio superiormente

Subluxación y luxación

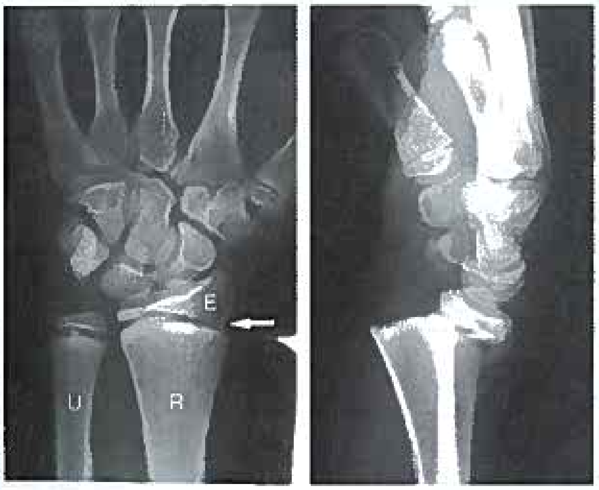


(B) Normal **Subluxación subclínica** **Subluxación** **Luxación**

FIGURA C6-39. Luxación (subluxación) de la articulación radiocubital proximal.

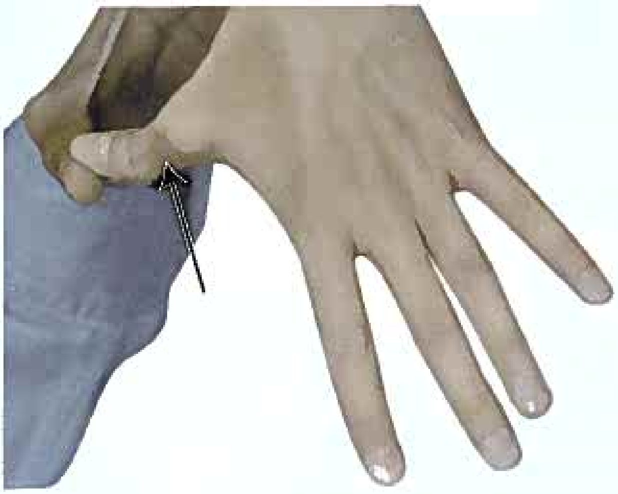


(A) Vista posterolateral del miembro pronado con la muñeca extendida.



(B) Proyección anteroposterior **(C) Proyección lateral**

FIGURA C6-40.



Pulgar del esquiador *(flecha)*

FIGURA C6-41.

Puntos fundamentales

ARTICULACIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR

Articulaciones de la cintura escapular. Las articulaciones de la cintura escapular ayudan a la articulación del hombro a posicionar el miembro superior. ♦ La articulación esternoclavicular une el esqueleto apendicular al esqueleto axial. ♦ Las articulaciones esternoclavicular y acromioclavicular hacen posibles los movimientos en la unión escapulotorácica fisiológica, que aproximadamente se mueve 1° por cada 3° de movimiento del brazo (ritmo escapulohumeral). A su vez, aproximadamente dos tercios del movimiento de la unión escapulotorácica se deben a movimientos de la articulación esternoclavicular, y un tercio a movimientos de la articulación acromioclavicular. ♦ La resistencia y la integridad de las articulaciones del complejo del hombro no están relacionadas con la congruencia entre las superficies articulares. ♦ La integridad de las articulaciones esternoclavicular y acromioclavicular depende de ligamentos intrínsecos y extrínsecos, y del disco de la articulación esternoclavicular.

Articulación del hombro. La cavidad glenoidea de la escápula forma un receptáculo muy plano para la relativamente gran cabeza del húmero en esta articulación esferoidea; el rodete glenoideo aumenta sólo un poco (aunque de forma significativa desde el punto de vista de la estabilidad) la profundidad de la fosa. ♦ Además, la laxitud de la cápsula fibrosa permite la amplia variedad de movimientos que aquí tienen lugar. ♦ La estabilidad de la articulación del hombro se mantiene en gran medida gracias a la contracción tónica y activa de los músculos que actúan sobre ella, en particular de los del manguito de los rotadores. ♦ En las personas de edad avanzada se produce con frecuencia una degeneración del manguito de los rotadores que provoca dolor, limitación de la amplitud y la fuerza de los movimientos, y una inflamación de las bolsas circundantes que resulta en una comunicación abierta con la cavidad articular.

Articulación del codo. Aunque la articulación del codo parece simple debido a que su función principal es la de un gínglimo, la verdad es que es una estructura sorprendentemente compleja de tres elementos, en la cual participan un hueso proximalmente y dos distalmente (uno de ellos rota). ♦ El movimiento de bisagra, la capacidad para transmitir fuerzas y el alto grado de estabilidad de la articulación son primordialmente resultado de la configuración de las superficies articulares de la articulación humerocubital (es decir, la que se establece entre la escotadura troclear del cúbito y la tróclea del húmero). ♦ La integridad de las funciones de la articulación humerorradial y del complejo de la articulación radiocubital proximal depende principalmente de la acción conjunta de los ligamentos colateral radial y anular. ♦ La articulación radiohumeral es la porción del codo situada entre el capítulo (cóndilo) y la cabeza del radio.

Articulaciones radiocubitales. La acción combinada de las articulaciones sinoviales radiocubitales proximal y distal junto con la membrana interósea permite la pronación y la supinación del antebrazo. ♦ El ligamento anular de la articulación proximal, el disco articular de la articulación distal y la membrana interósea no sólo mantienen los dos huesos juntos a la vez que permiten los movimientos necesarios entre ellos, sino que también (especialmente la membrana) transmiten fuerzas recibidas por la mano desde el radio hasta el cúbito para que éstas se dirijan en última instancia hacia el húmero y la cintura escapular.

Articulación radiocarpiana. Los movimientos del carpo desplazan toda la mano y contribuyen de forma dinámica a sus maniobras y movimientos, o estabilizan la mano en una posición determinada para maximizar la eficacia de ésta y de los dedos en la manipulación y la sujeción de objetos. ♦ Los numerosos huesos que integran el carpo le otorgan su complejidad y flexibilidad. ♦ Se generan movimientos de extensión-flexión, abducción-aducción y circunducción. ♦ La mayor parte de los movimientos globales del carpo tiene lugar en la articulación radiocarpiana, que se establece entre el radio y el disco articular de la articulación radiocubital distal por un lado y la hilera proximal de huesos carpianos (principalmente el escafoides y el semilunar) por el otro. ♦ No obstante, los movimientos concomitantes en las articulaciones intercarpianas (especialmente la mediocarpiana) aumentan su amplitud.

Articulaciones de la mano. Las articulaciones carpometacarpianas de los cuatro dedos mediales, que comparten una cavidad articular común, tienen una limitada libertad de movimientos (en particular las de los dedos 2.° y 3.°), pero contribuyen a la estabilidad de la palma como base sobre y contra la que actúan los dedos. ♦ Los movimientos tienen lugar en las articulaciones carpometacarpianas de los dedos 3.° y 4.°, en general cuando se agarra algo con fuerza o la palma adopta forma de copa, como sucede durante la oposición. ♦ No obstante, la gran movilidad de la articulación carpometacarpiana del pulgar (una articulación en forma de silla de montar) proporciona la mayor parte de su amplitud de movimientos y, en concreto, permite su oposición. ♦ En consecuencia, la articulación carpometacarpiana es clave para la eficacia de la mano humana. A diferencia de las articulaciones carpometacarpianas, las articulaciones metacarpofalángicas de los cuatro dedos mediales ofrecen una considerable libertad de movimientos (flexión-extensión y abducción-aducción), mientras que la del pulgar está limitada a la flexión-extensión, al igual que todas las interfalángicas.

IRRIGACIÓN DE LAS ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS

Las arterias digitales profundas que se originan en el arco palmar superficial irrigan las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas (figs. 6-82 y 6-83).

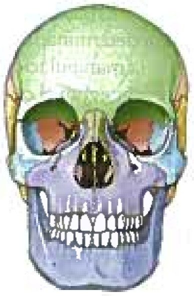
INERVACIÓN DE LAS ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS

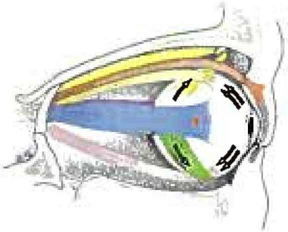
Las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas están inervadas por nervios digitales que proceden de los nervios cubital y mediano (fig. 6-85A y B).

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen UMSLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO 7

Cabeza





VISIÓN GENERAL / 822
CRÁNEO / 822
Cara anterior del cráneo / 822
Cara lateral del cráneo / 827
TABLA 7-1. Puntos craneométricos / 828
Cara posterior del cráneo / 828
Cara superior del cráneo / 829
Cara externa de la base del cráneo / 829
Cara interna de la base del cráneo / 830
TABLA 7-2. Orificios y otras aberturas de las fosas craneales y contenido / 833
Paredes de la cavidad craneal / 835
Regiones de la cabeza / 836
CUADRO AZUL: **Cráneo.** Traumatismos craneales. Cefaleas y dolor facial. Traumatismos de los arcos superciliares. Enrojecimiento malar. Fracturas de los maxilares y de los huesos asociados. Fracturas de la mandíbula. Resorción del hueso alveolar. Fracturas de la calvaria. Acceso quirúrgico a la cavidad craneal: colgajos óseos. Desarrollo del cráneo. Cambios de la cara asociados con la edad. Obliteración de las suturas craneales. Cambios en el cráneo relacionados con la edad. Craneosinostosis y malformaciones craneales / 837
CARA Y CUERO CABELLUDO / 842
Cara / 842
Cuero cabelludo / 843
Músculos de la cara y el cuero cabelludo / 844
TABLA 7-3. Músculos de la cara y el cuero cabelludo / 845
Nervios de la cara y el cuero cabelludo / 849
TABLA 7-4. Nervios cutáneos de la cara y el cuero cabelludo / 851
Vasos superficiales de la cara y el cuero cabelludo / 855
TABLA 7-5. Arterias superficiales de la cara y el cuero cabelludo / 855
TABLA 7-6. Venas de la cara y el cuero cabelludo / 857
Anatomía de superficie de la cara / 859
CUADRO AZUL: **Cara y cuero cabelludo.** Heridas e incisiones faciales. Traumatismos del cuero cabelludo. Heridas del cuero cabelludo. Infecciones del cuero cabelludo. Quistes sebáceos. Cefalohematoma. Ensanchamiento de las narinas. Parálisis de los músculos de la cara. Bloqueo del nervio infraorbitario. Bloqueo de los nervios mentoniano e incisivos. Bloqueo del nervio bucal. Neuralgia del trigémino. Lesiones del nervio trigémino. Infección por herpes zóster del ganglio del trigémino. Pruebas de la función sensitiva del NC V. Lesiones del nervio facial. Compresión de la arteria facial. Pulsos de las arterias de la cara y el cuero cabelludo. Estenosis de la arteria carótida interna. Heridas del cuero cabelludo. Carcinoma escamoso del labio / 860
MENINGES CRANEALES / 865
Duramadre / 865
Aracnoides y piamadre / 872
Espacios meníngeos / 872
CUADRO AZUL: **Cavidad craneal y meninges.** Fractura del pterión. Tromboflebitis de la vena facial. Traumatismos craneales cerrados. Hernia tentorial. Abombamiento del diafragma de la silla. Oclusión de las venas cerebrales y los senos venosos de la duramadre. Metástasis de células tumorales a los senos venosos de la duramadre. Fracturas de la base del cráneo. Origen dural de las cefaleas. Leptomeningitis. Traumatismos craneales y hemorragia intracraneal / 874
ENCÉFALO / 878
Partes del encéfalo / 878
Sistema ventricular del encéfalo / 878
Irrigación arterial del encéfalo / 881
Drenaje venoso del encéfalo / 883
TABLA 7-7. Arterias de los hemisferios cerebrales / 885

■ CUADRO AZUL: **Encéfalo.** Traumatismos cerebrales. Punción cisternal. Hidrocefalia. Fuga de líquido cefalorraquídeo. Anastomosis de las arterias cerebrales y embolia cerebral. Variaciones del círculo arterial del cerebro. Ictus o accidente vascular cerebral. Infarto cerebral. Ataques de isquemia transitoria / 885

OJO, ÓRBITA, REGIÓN ORBITARIA Y GLOBO OCULAR / 889

Órbitas / 889

Párpados y aparato lagrimal / 891

Globo ocular / 893

Músculos extrínsecos del globo ocular / 898

■ TABLA 7-8. Músculos extrínsecos del globo ocular / 900

Inervación de la órbita / 903

Vascularización de la órbita / 905

■ TABLA 7-9. Arterias de la órbita / 906

Anatomía de superficie del ojo y el aparato lagrimal / 907

■ CUADRO AZUL: **Región orbitaria, órbita y globo ocular.** Fracturas de la órbita. Tumores orbitarios. Traumatismos de los nervios que inervan los párpados. Inflamación de las glándulas palpebrales. Hiperemia de la conjuntiva. Hemorragias subconjuntivales. Desarrollo de la retina. Desprendimiento de retina. Reflejo fotomotor. Uveítis. Oftalmoscopia. Papiledema. Presbiopía y cataratas. Coloboma del iris. Glaucoma. Hemorragia en la cámara anterior. Ojo artificial. Reflejo corneal. Erosiones y desgarros corneales. Úlceras y trasplantes corneales. Síndrome de Horner. Parálisis de los músculos extrínsecos del globo ocular/Parálisis de los nervios orbitarios. Bloqueo de la arteria central de la retina. Bloqueo de la vena central de la retina / 909

REGIONES PAROTÍDEA Y TEMPORAL, FOSA INFRATEMPORAL Y ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR / 914

Región parotídea / 914

Región temporal / 916

Fosa infratemporal / 916

■ TABLA 7-10. Movimientos de la articulación temporomandibular / 920

■ TABLA 7-11. Músculos que actúan sobre la mandíbula/Articulación temporomandibular / 922

■ TABLA 7-12. Porciones y ramas de la arteria maxilar / 924

■ CUADRO AZUL: **Regiones parotídea y temporal, fosa infratemporal y articulación temporomandibular.** Parotidectomía. Infección de la glándula parótida. Absceso parotídeo. Sialografía del conducto parotídeo. Bloqueo del conducto parotídeo. Glándula parótida accesoria. Bloqueo del nervio mandibular. Bloqueo del nervio alveolar inferior. Luxación de la articulación temporomandibular. Artritis de la articulación temporomandibular / 926

REGIÓN BUCAL / 928

Cavidad bucal / 928

Labios, mejillas y encías / 928

Dientes / 930

■ TABLA 7-13. Dientes deciduos y permanentes / 933

Paladar / 934

Lengua / 937

■ TABLA 7-14. Músculos del paladar blando / 938

■ TABLA 7-15. Músculos de la lengua / 942

Glándulas salivares / 943

■ CUADRO AZUL: **Región labial.** Fisura labial. Cianosis de los labios. Frenillo labial hipertrófico. Gingivitis. Caries dental, pulpitis y abscesos dentales. Dientes supernumerarios (hiperodoncia). Extracciones dentales. Implantes dentales. Bloqueo nasopalatino. Bloqueo palatino mayor. Fisura palatina. Reflejo nauseoso. Parálisis del músculo geniogloso. Traumatismos del nervio hipogloso. Absorción sublingual de fármacos. Carcinoma lingual. Frenectomía. Escisión de la glándula submandibular y extracción de un cálculo. Sialografía de los conductos submandibulares / 946

FOSA PTERIGOPALATINA / 951

Porción pterigopalatina de la arteria maxilar / 951

Nervio maxilar / 951

■ CUADRO AZUL: **Fosa pterigopalatina.** Abordaje transantral a la fosa pterigopalatina / 954

NARIZ / 955

Nariz propiamente dicha / 955

Cavidades nasales / 956

Vascularización e inervación de la nariz / 959

Senos paranasales / 960

■ CUADRO AZUL: **Nariz.** Fracturas nasales. Desviación del tabique nasal. Rinitis. Epistaxis. Sinusitis. Infección de las celdillas etmoidales. Infección de los senos maxilares. Relación de los dientes con el seno maxilar. Transiluminación de los senos / 963

OÍDO / 966

Oído externo / 966

Oído medio / 967

Oído interno / 973

■ CUADRO AZUL: **Oído.** Traumatismos de la oreja. Exploración otoscópica. Otitis externa aguda. Otitis media. Perforación de la membrana timpánica. Mastoiditis. Bloqueo de la trompa auditiva. Parálisis del estapedio. Cinetosis. Vértigo y sordera. Síndrome de Ménière. Sordera para los sonidos altos. Barotrauma ótico / 977

VISIÓN GENERAL

La **cabeza** es la parte superior del cuerpo, unida al tronco por el cuello. Es el centro de control y comunicación y el «área de carga y descarga» del organismo. Alberga el cerebro y, por lo tanto, es el lugar de la ideación consciente, la creatividad, la imaginación, las respuestas, la toma de decisiones y la memoria. Contiene receptores sensoriales especiales (ojos, oídos, boca y nariz) e instrumentos para la emisión de la voz y para la expresión; es la puerta de entrada para el combustible (alimentos), el agua y el oxígeno, y la puerta de salida para el dióxido de carbono.

La cabeza contiene el *encéfalo* y sus cubiertas protectoras, los *oídos* y la *cara*. La cara posee aberturas y vías de paso, con glándulas lubrificantes y válvulas (sellos) para cerrar algunas de dichas aberturas; posee además los elementos de la masticación y las órbitas, que albergan el aparato visual. La cara nos aporta también la identidad individual. Las enfermedades, las malformaciones o los traumatismos de las estructuras de la cabeza constituyen la base de muchas especialidades, como odontología, cirugía maxilofacial, neurología, neurorradiología, neurocirugía, oftalmología, cirugía oral, otología, rinología y psiquiatría.

CRÁNEO

El **cráneo**[1] es el esqueleto de la cabeza (fig. 7-1A). Diversos huesos constituyen sus dos partes, el neurocráneo y el viscerocráneo (fig. 7-1B). El **neurocráneo** es la caja ósea del encéfalo y sus cubiertas membranosas, las meninges craneales. Contiene también las porciones proximales de los nervios craneales y los vasos encefálicos. El neurocráneo del adulto está formado por una serie de ocho huesos: cuatro impares centrados en la línea media (*frontal, etmoides, esfenoides* y *occipital*) y dos series de huesos pares bilaterales (*temporal* y *parietal*) (figs. 7-1A, 7-2A y 7-3).

El neurocráneo posee un techo parecido a una cúpula, la **calvaria (bóveda craneal),** y un suelo o **base del cráneo.** Los huesos que componen la *calvaria* son principalmente huesos planos (frontal, parietales y occipital; v. fig. 7-8A), formados por osificación intramembranosa del mesénquima de la cabeza, a partir de la cresta neural. Los huesos que contribuyen a la *base del cráneo* son principalmente huesos irregulares con partes sustancialmente planas (esfenoides y temporales), formados por osificación endocondral del cartílago (condrocráneo) o por más de un tipo de osificación. El *hueso etmoides* es un hueso irregular que contribuye de un modo relativamente escaso a la línea media del neurocráneo, pues forma parte principalmente del viscerocráneo (v. fig. 7-7A). Los denominados huesos planos y las porciones planas de los huesos que forman el neurocráneo son en realidad curvos, con una superficie convexa externa y una superficie cóncava interna.

La mayoría de los huesos de la calvaria están unidos por **suturas** fibrosas engranadas (fig. 7-1A y B); sin embargo, durante la infancia, algunos huesos (esfenoides y occipital) están unidos por cartílago hialino **(sincondrosis).** La médula espinal se continúa con el encéfalo a través del *agujero magno*, una gran abertura en la base del cráneo (fig. 7-1C).

El **viscerocráneo** (*esqueleto facial*) comprende los huesos de la cara que se desarrollan principalmente en el mesénquima de los arcos faríngeos embrionarios (Moore y Persaud, 2008). El viscerocráneo constituye la parte anterior del cráneo y se compone de los huesos que rodean la boca (maxilares y mandíbula), la nariz/cavidad nasal y la mayor parte de las *órbitas* (cuencas o cavidades orbitarias) (figs. 7-2 y 7-3).

El viscerocráneo consta de 15 huesos irregulares: tres huesos impares centrados o situados en la línea media (*mandíbula, etmoides* y *vómer*) y seis huesos pares bilaterales (*maxilar, cornete [concha] nasal inferior, cigomático, palatino, nasal* y *lagrimal*) (figs. 7-1A y 7-4A). Los maxilares y la mandíbula albergan los dientes; es decir, proporcionan las cavidades y el hueso de sostén para los dientes maxilares y mandibulares. Los maxilares forman la mayor parte del esqueleto facial superior, fijado a la base del cráneo. La mandíbula forma el esqueleto facial inferior, móvil al articularse con la base del cráneo en las *articulaciones temporomandibulares* (figs. 7-1A y 7-2).

Varios huesos del cráneo (frontal, temporal, esfenoides y etmoides) son **huesos neumatizados,** que contienen **espacios aéreos** (*celdillas aéreas* o grandes *senos*), presumiblemente para reducir su peso (fig. 7-5). El volumen total de los espacios aéreos comprendidos en estos huesos aumenta con la edad.

En la *posición anatómica*, el cráneo está orientado de tal modo que el borde inferior de la órbita y el borde superior del orificio auditivo externo del conducto auditivo externo de ambos lados se hallan en el mismo plano horizontal (fig. 7-1A). Esta referencia craneométrica externa es el **plano orbitomeatal** (plano horizontal de Frankfort).

Cara anterior del cráneo

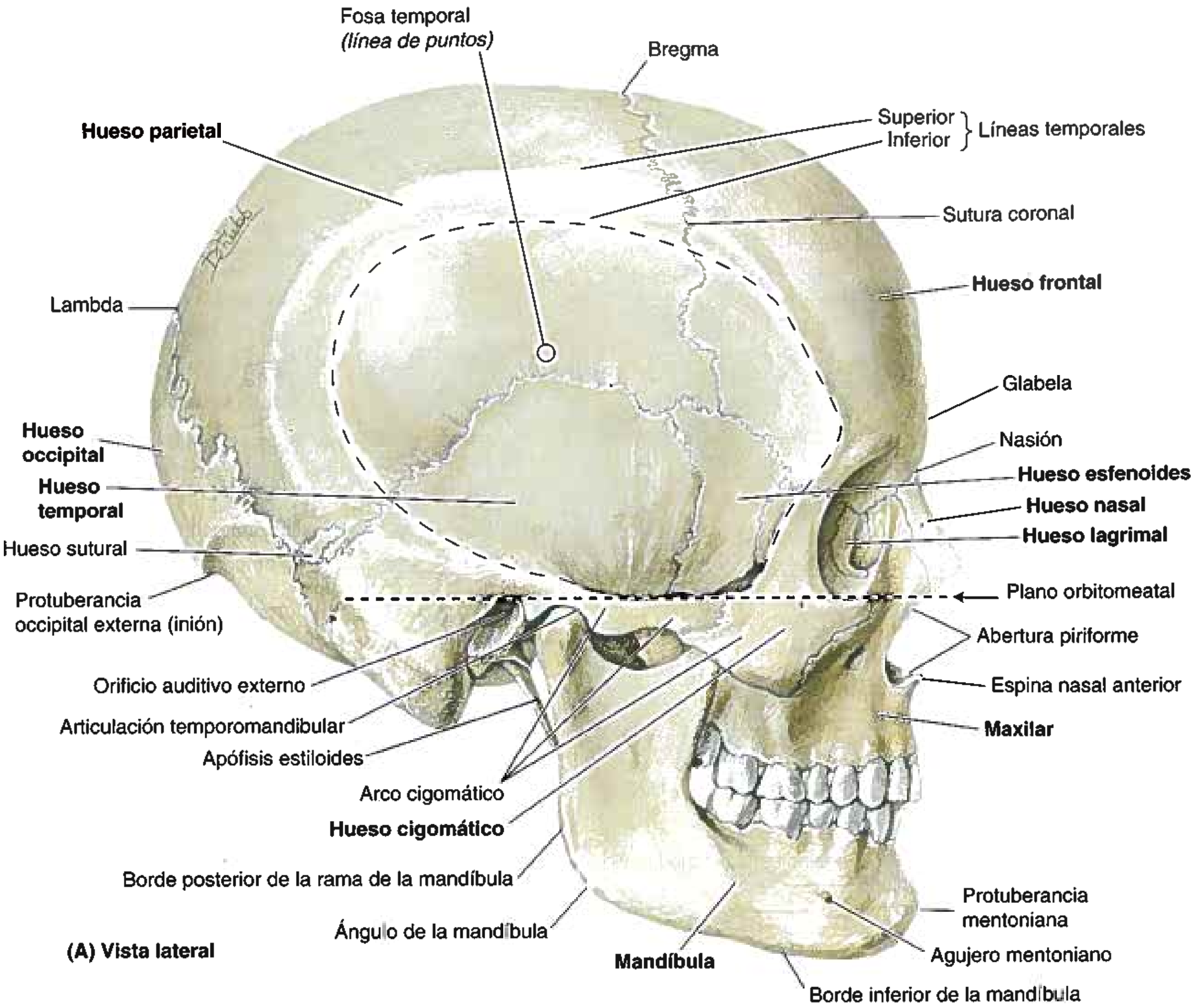
Los elementos que forman la **cara anterior (norma facial o frontal) del cráneo** son los huesos frontal y cigomáticos, las órbitas, la región nasal, los maxilares y la mandíbula (figs. 7-2 y 7-3).

El **hueso frontal,** específicamente su **porción escamosa** (plana), forma el esqueleto de la frente y se articula inferiormente con los huesos nasales y cigomáticos. En algunos adultos, una **sutura metópica,** o *sutura frontal* persistente o restos de ella, es visible en la línea media de la **glabela,** el área lisa, ligeramente deprimida, situada entre los arcos superciliares. La **sutura frontal** divide los huesos frontales del cráneo fetal (v. el cuadro azul «Desarrollo del cráneo», p. 839).

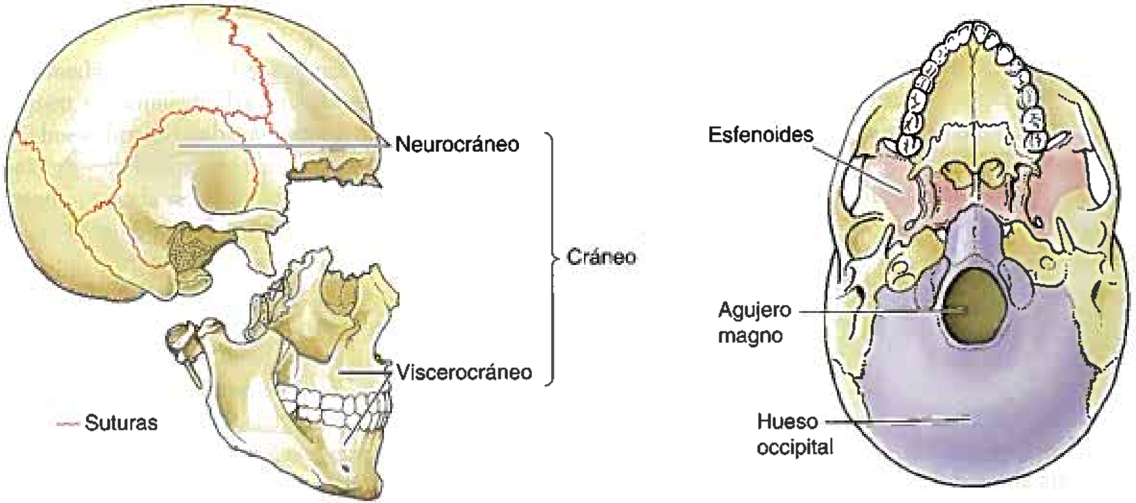
La intersección de los huesos frontal y nasales es el **nasión,** que en la mayoría de las personas se pone de manifiesto por un área netamente deprimida (puente nasal) (figs. 7-1A y 7-2A). El nasión es uno de los múltiples *puntos craneométricos* que se utilizan radiográficamente en medicina (o en el cráneo en seco en antropología física)

---

[1] Existe una cierta confusión acerca del significado del término *cráneo*. Puede incluir la mandíbula o excluirla. También se ha originado confusión porque algunos han utilizado el término cráneo para referirse sólo al neurocráneo. El Federative International Committee on Anatomical Terminology (FICAT) ha decidido adoptar el término latino *cranium* para designar el esqueleto de la cabeza.


Fosa temporal
(línea de puntos)
Bregma
Hueso parietal
Superior
Inferior
Líneas temporales
Sutura coronal
Hueso frontal
Lambda
Glabela
Nasión
Hueso occipital
Hueso temporal
Hueso esfenoides
Hueso nasal
Hueso lagrimal
Hueso sutural
Protuberancia occipital externa (inión)
Plano orbitomeatal
Abertura piriforme
Orificio auditivo externo
Espina nasal anterior
Articulación temporomandibular
Maxilar
Apófisis estiloides
Arco cigomático
Hueso cigomático
Borde posterior de la rama de la mandíbula
Protuberancia mentoniana
Ángulo de la mandíbula
Agujero mentoniano
Mandíbula
Borde inferior de la mandíbula

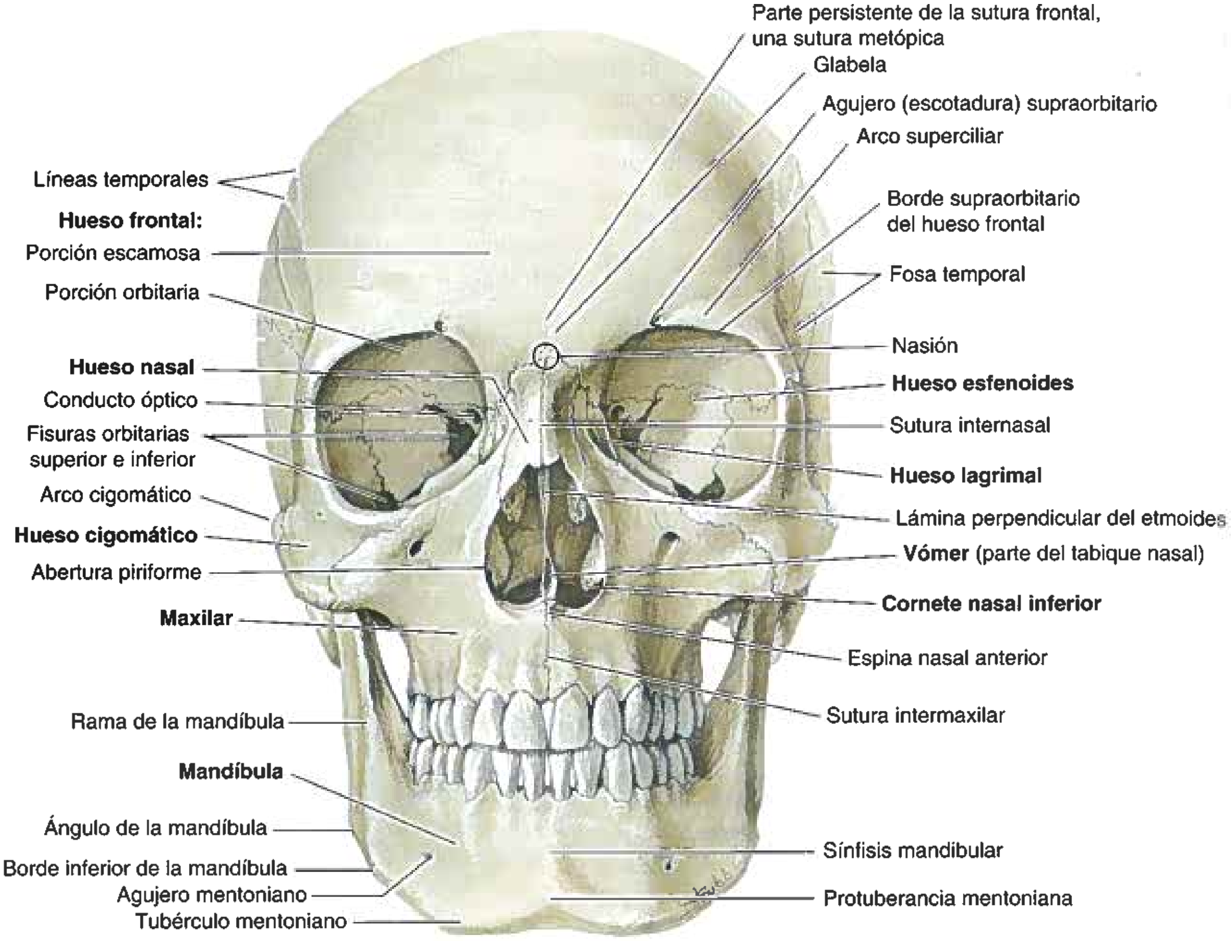
(A) Vista lateral


Neurocráneo
Cráneo
Viscerocráneo
Suturas
Esfenoides
Agujero magno
Hueso occipital

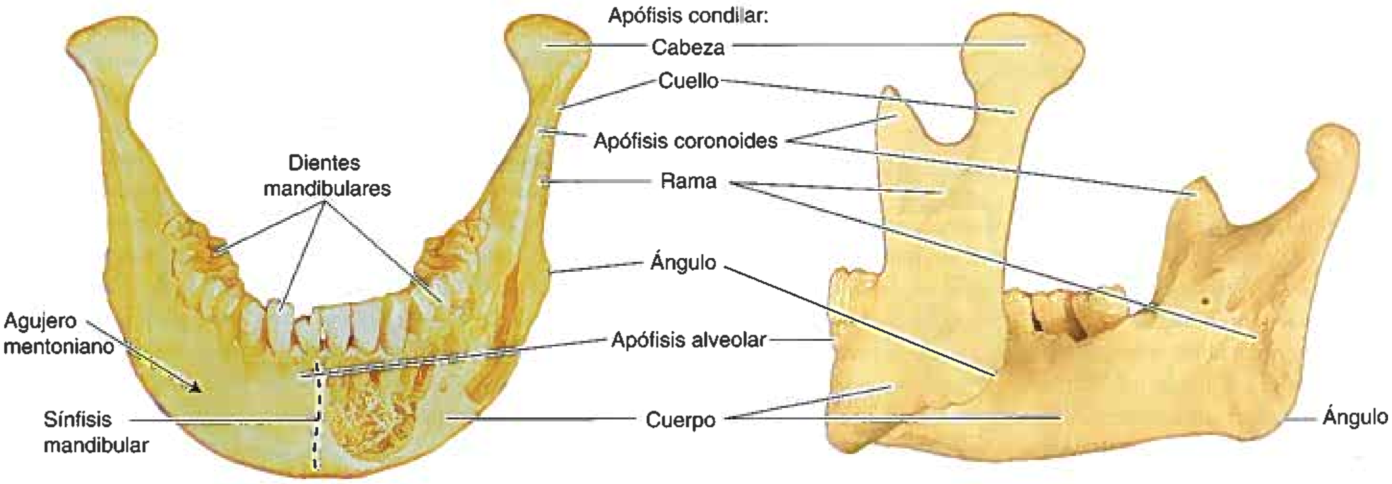
(B) Vista lateral

(C) Vista inferior

FIGURA 7-1. Cráneo del adulto. A. En la posición anatómica, el borde inferior de la órbita y el borde superior del conducto auditivo externo se encuentran en el mismo plano horizontal orbitomeatal (horizontal de Frankfort). **B.** El neurocráneo y el viscerocráneo son las dos partes funcionales primarias del cráneo. En la vista lateral se observa que el volumen del neurocráneo, que aloja el encéfalo, duplica aproximadamente el volumen del viscerocráneo. **C.** Los huesos impares esfenoides y occipital contribuyen de forma importante a la base del cráneo. La médula espinal se continúa con el encéfalo a través del agujero magno, la gran abertura en la parte basal del hueso occipital.


Parte persistente de la sutura frontal, una sutura metópica
Glabela
Agujero (escotadura) supraorbitario
Arco superciliar
Borde supraorbitario del hueso frontal
Fosa temporal
Nasión
Hueso esfenoides
Sutura internasal
Hueso lagrimal
Lámina perpendicular del etmoides
Vómer (parte del tabique nasal)
Cornete nasal inferior
Espina nasal anterior
Sutura intermaxilar
Sínfisis mandibular
Protuberancia mentoniana
Líneas temporales
Hueso frontal:
Porción escamosa
Porción orbitaria
Hueso nasal
Conducto óptico
Fisuras orbitarias superior e inferior
Arco cigomático
Hueso cigomático
Abertura piriforme
Maxilar
Rama de la mandíbula
Mandíbula
Ángulo de la mandíbula
Borde inferior de la mandíbula
Agujero mentoniano
Tubérculo mentoniano

(A) Vista anterior (facial) del cráneo


Apófisis condilar:
Cabeza
Cuello
Apófisis coronoides
Rama
Ángulo
Apófisis alveolar
Cuerpo
Ángulo
Dientes mandibulares
Agujero mentoniano
Sínfisis mandibular

(B) Vista anterior de la mandíbula **(C) Vista posterolateral izquierda de la mandíbula**

FIGURA 7-2. **Cráneo del adulto II. A.** El viscerocráneo, que alberga el aparato óptico, la cavidad nasal, los senos paranasales y la cavidad bucal, domina la vista frontal (facial) del cráneo. **B** y **C.** La mandíbula es un componente importante del viscerocráneo, y se articula con el resto del cráneo mediante la articulación temporomandibular. En la ancha rama y la apófisis coronoides de la mandíbula se insertan músculos potentes, capaces de generar una gran fuerza relacionada con la mordida y la masticación.

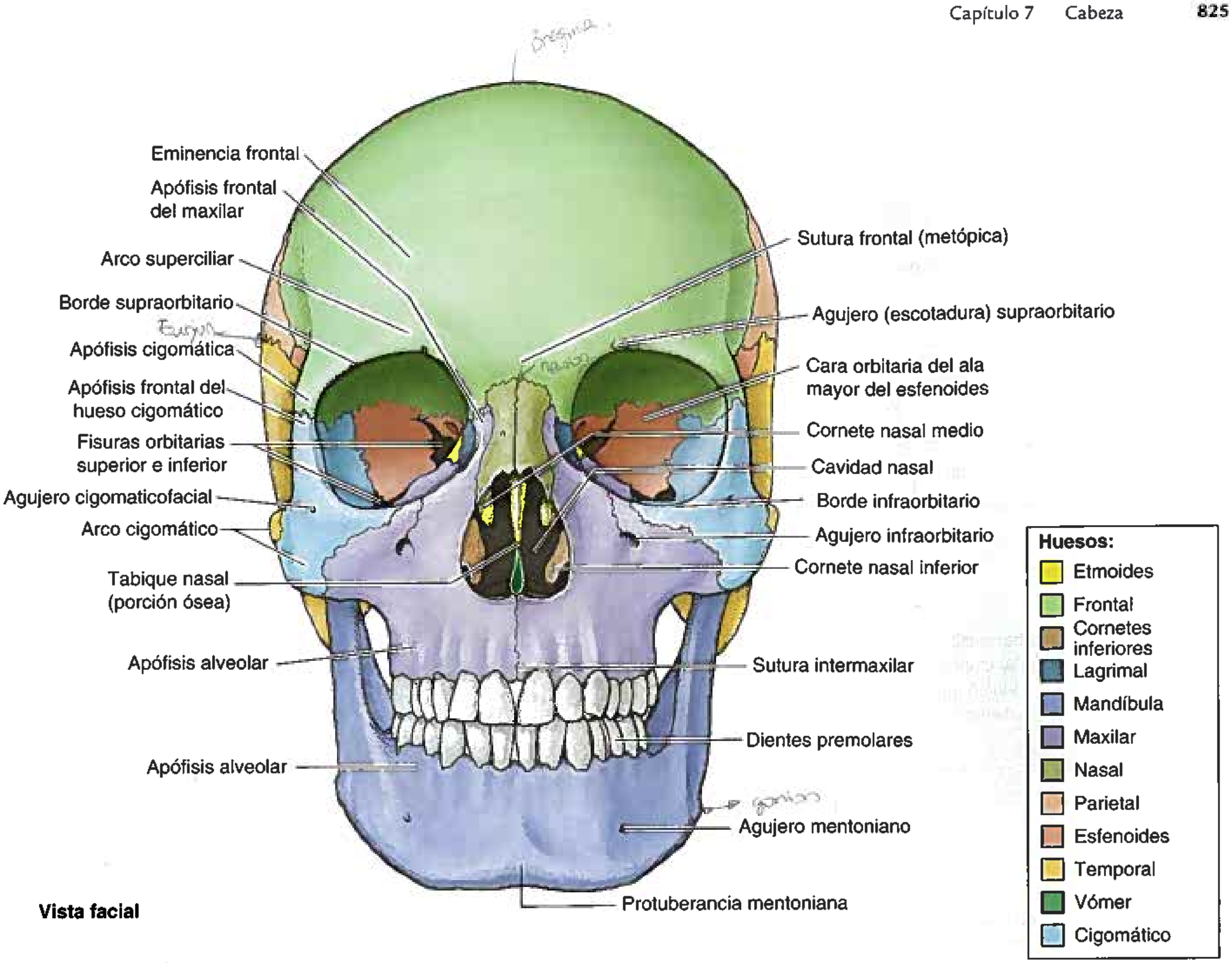

Bregma
Eminencia frontal
Apófisis frontal del maxilar
Arco superciliar
Borde supraorbitario
Eurion
Apófisis cigomática
Apófisis frontal del hueso cigomático
Fisuras orbitarias superior e inferior
Agujero cigomaticofacial
Arco cigomático
Tabique nasal (porción ósea)
Apófisis alveolar
Apófisis alveolar
Vista facial
Sutura frontal (metópica)
Agujero (escotadura) supraorbitario
nasion
Cara orbitaria del ala mayor del esfenoides
Cornete nasal medio
Cavidad nasal
Borde infraorbitario
Agujero infraorbitario
Cornete nasal inferior
Sutura intermaxilar
Dientes premolares
gonion
Agujero mentoniano
Protuberancia mentoniana
Huesos:
🟨 Etmoides
🟩 Frontal
🟫 Cornetes inferiores
🟦 Lagrimal
🟦 Mandíbula
🟪 Maxilar
🟩 Nasal
🟧 Parietal
🟧 Esfenoides
🟨 Temporal
🟩 Vómer
🟦 Cigomático

FIGURA 7-3. **Cráneo del adulto III. A.** Cada uno de los huesos del cráneo se identifica por un color. La escotadura supraorbitaria, el agujero infraorbitario y el agujero mentoniano, por los que pasan los principales nervios sensitivos de la cara, se encuentran, aproximadamente, en una línea vertical.

para efectuar mediciones craneales, comparar y describir la topografía del cráneo, y documentar las variaciones anormales (fig. 7-6; tabla 7-1). El hueso frontal también se articula con los huesos lagrimales, etmoides y esfenoides; una parte horizontal del frontal (*porción orbitaria*) forma a la vez el techo de la órbita y una parte del suelo de la porción anterior de la cavidad craneal (fig. 7-3).

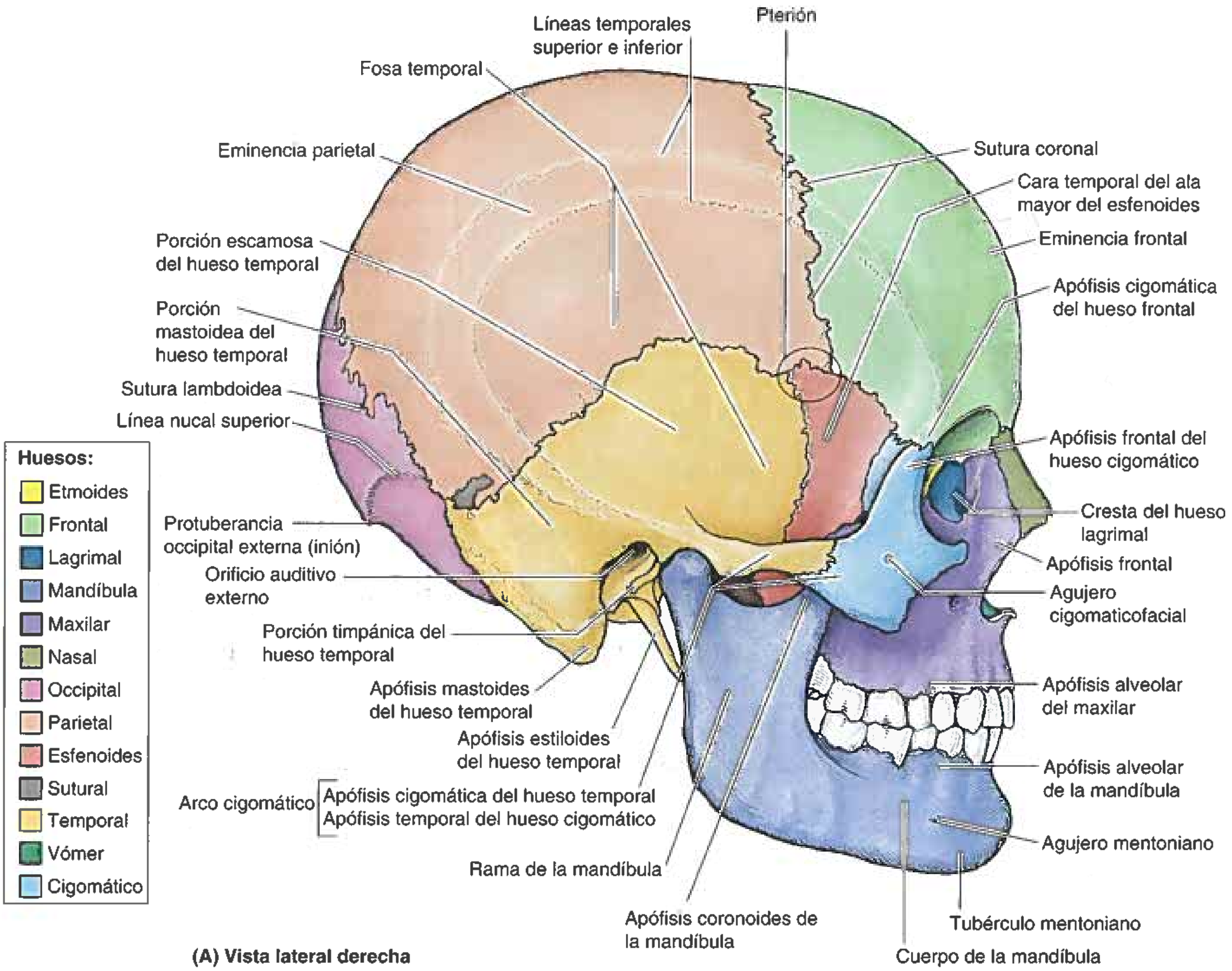
El **borde supraorbitario** del hueso frontal, el límite angular entre sus porciones escamosa y orbitaria, posee en algunos cráneos un **orificio** o **escotadura supraorbitaria** para el paso del nervio y los vasos supraorbitarios. Inmediatamente superior al borde supraorbitario hay una cresta, el **arco superciliar,** que se extiende lateralmente a cada lado desde la glabela. La prominencia de esta cresta, situada en profundidad a las cejas, es generalmente mayor en el hombre.

Los **huesos cigomáticos** (huesos de la mejilla, huesos malares) forman la prominencia de las mejillas, están situados en los lados inferolaterales de las órbitas y descansan sobre los maxilares. Los bordes anterolaterales, paredes, suelo y gran parte de los bordes infraorbitarios de las órbitas están formados por estos huesos cuadriláteros. Un pequeño **orificio cigomaticofacial** atraviesa la cara lateral de cada hueso (figs. 7-3 y 7-4A). Los huesos cigomáticos se articulan con los huesos frontal, esfenoides, temporales y maxilares.

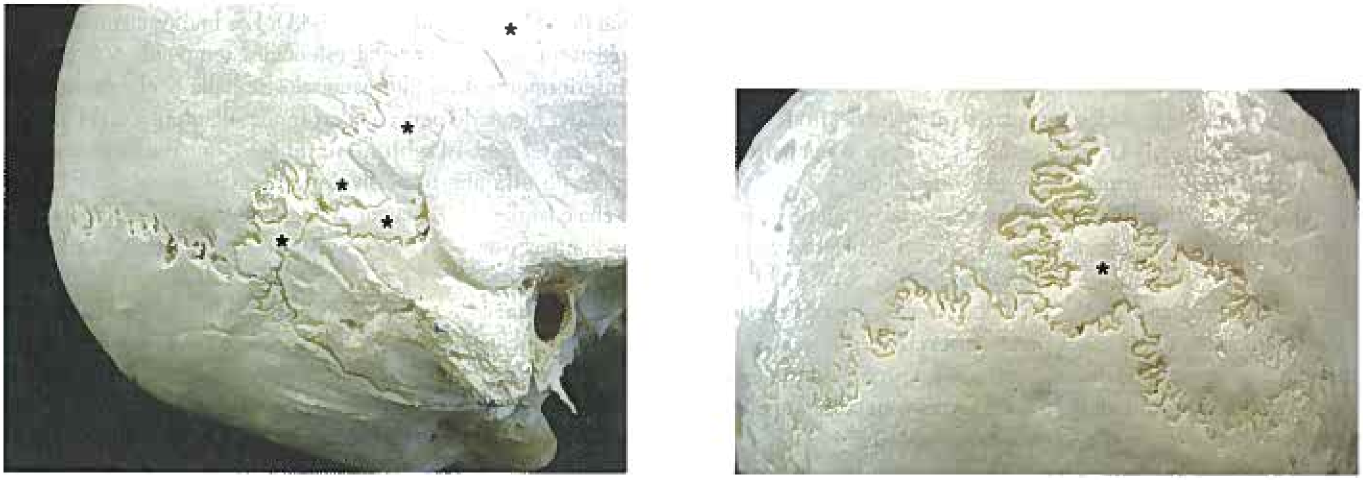
Inferiormente a los huesos nasales se halla la **abertura piriforme** (en forma de pera) o abertura nasal anterior en el cráneo (figs. 7-1A y 7-2A). El **tabique nasal** óseo, que puede observarse a través de esta abertura, divide la cavidad nasal en las partes derecha e izquierda. En la pared lateral de cada cavidad nasal hay unas láminas óseas curvadas, las **conchas o cornetes nasales** (figs. 7-2A y 7-3).

Los **maxilares** forman la mandíbula superior; sus **apófisis alveolares** incluyen las cavidades dentarias (alvéolos) y constituyen el hueso de soporte para los **dientes maxilares.** Los dos maxilares están unidos por la **sutura intermaxilar** en el plano medio (fig. 7-2A). Los maxilares rodean la mayor parte de la abertura piriforme y forman los bordes infraorbitarios medialmente. Poseen una amplia conexión con los huesos cigomáticos lateralmente, y un **orificio infraorbitario** inferior a cada órbita para el paso del nervio y los vasos infraorbitarios (fig. 7-3).

La **mandíbula** es un hueso en forma de U con una apófisis alveolar que soporta los **dientes mandibulares.** Consta de

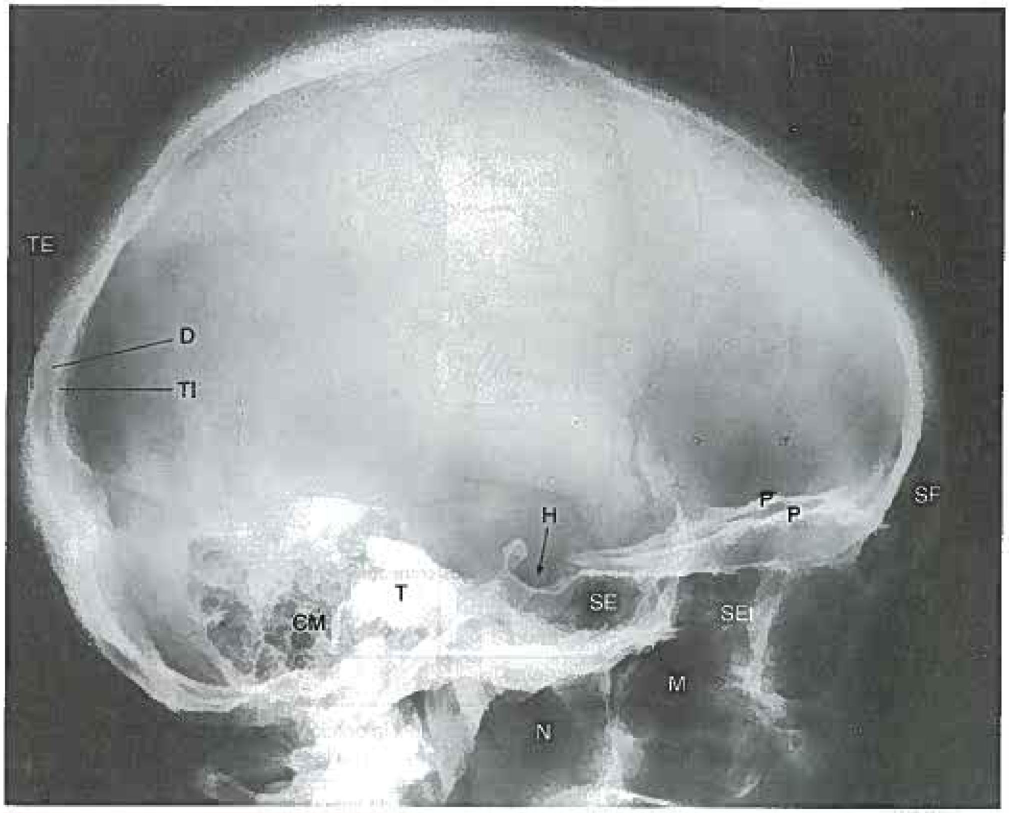

Líneas temporales superior e inferior
Pterión
Fosa temporal
Eminencia parietal
Sutura coronal
Cara temporal del ala mayor del esfenoides
Porción escamosa del hueso temporal
Eminencia frontal
Apófisis cigomática del hueso frontal
Porción mastoidea del hueso temporal
Sutura lambdoidea
Línea nucal superior
Apófisis frontal del hueso cigomático
Huesos:
Etmoides
Frontal
Lagrimal
Mandíbula
Maxilar
Nasal
Occipital
Parietal
Esfenoides
Sutural
Temporal
Vómer
Cigomático
Cresta del hueso lagrimal
Protuberancia occipital externa (inión)
Apófisis frontal
Orificio auditivo externo
Agujero cigomaticofacial
Porción timpánica del hueso temporal
Apófisis mastoides del hueso temporal
Apófisis alveolar del maxilar
Apófisis estiloides del hueso temporal
Apófisis alveolar de la mandíbula
Arco cigomático
Apófisis cigomática del hueso temporal
Apófisis temporal del hueso cigomático
Agujero mentoniano
Rama de la mandíbula
Apófisis coronoides de la mandíbula
Tubérculo mentoniano
Cuerpo de la mandíbula

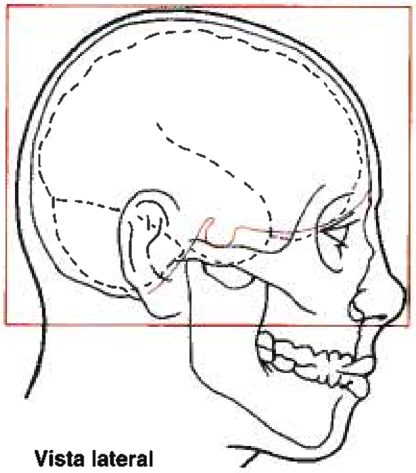
(A) Vista lateral derecha



(B) Vista lateral derecha *Huesos suturales **(C) Vista occipital**

FIGURA 7-4. Cráneo del adulto IV. A. Cada uno de los huesos del cráneo se identifica por un color. Dentro de la fosa temporal, el pterión es un punto craneométrico localizado en la unión del ala mayor del esfenoides, la porción escamosa del temporal, el frontal y el hueso parietal. **B y C.** Huesos suturales que aparecen a lo largo de las suturas temporoparietal (**B**) y lambdoidea (**C**).





CM	Celdillas mastoideas (aire)	SE	Seno esfenoidal
D	Diploe	SEt	Seno etmoidal
H	Fosa hipofisaria	SF	Seno frontal
M	Seno maxilar	T	Porción petrosa del hueso temporal
N	Nasofaringe	TE	Tabla externa del hueso
P	Porción orbitaria del hueso frontal	TI	Tabla interna del hueso

FIGURA 7-5. Radiografía de cráneo. Los huesos neumatizados (llenos de aire) contienen senos o celdillas que aparecen radiotransparentes *(áreas oscuras)* y que reciben el nombre del hueso ocupado por ellos. Las porciones orbitarias derecha e izquierda del hueso frontal no se superponen; así, el suelo de la fosa craneal anterior aparece como dos líneas (P). (Cortesía del Dr. E. Becker, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

una parte horizontal, el **cuerpo,** y una parte vertical, las **ramas** (fig. 7-2B y C). Inferiormente a los segundos dientes premolares se encuentran los **agujeros mentonianos** para los nervios y vasos mentonianos (figs. 7-1A, 7-2B y 7-3). La **protuberancia mentoniana,** que forma la prominencia del mentón, es una elevación ósea triangular inferior a la **sínfisis mandibular,** unión ósea donde se fusionan las mitades de la mandíbula en el niño (fig. 7-2A y B).

Cara lateral del cráneo

La **cara lateral (norma lateral) del cráneo** está formada por el neurocráneo y el viscerocráneo (figs. 7-1A y B, y 7-4A). Las principales características de la parte del neurocráneo son la *fosa temporal,* el *orificio del conducto auditivo externo* y la *apófisis mastoides del hueso temporal.* Las principales características de la parte del viscerocráneo son la *fosa infratemporal,* el *arco cigomático* y las caras laterales del maxilar y la mandíbula.

La **fosa temporal** está limitada superior y posteriormente por las **líneas temporales superior** e **inferior,** anteriormente por los huesos frontal y cigomático, e inferiormente por el arco cigomático (figs. 7-1A y 7-4A). El borde superior del arco corresponde al límite inferior del hemisferio cerebral. El **arco cigomático** está formado por la unión de la **apófisis temporal del hueso cigomático** y la **apófisis cigomática del hueso temporal.**

En la parte anterior de la fosa temporal, 3-4 cm superiormente al punto medio del arco cigomático, existe un área de uniones óseas

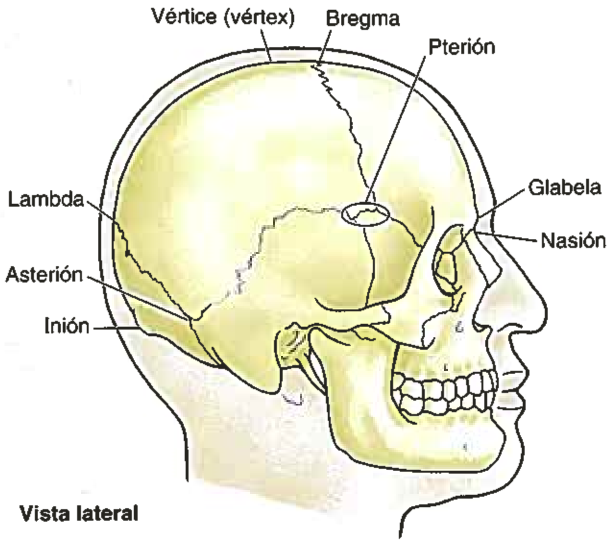


FIGURA 7-6. Puntos craneométricos.

TABLA 7-1. PUNTOS CRANEOMÉTRICOS

Punto	Forma y localización
Pterión (del griego, ala)	Unión del ala mayor del esfenoides, la porción escamosa del temporal y los huesos frontal y parietal; se encuentra sobre el trayecto de la división anterior de la arteria meníngea media
Lambda (del griego, letra L)	Punto sobre la calvaria en la unión de las suturas lambdoidea y sagital
Bregma (del griego, parte anterior de la cabeza)	Punto sobre la calvaria en la unión de las suturas coronal y sagital
Vértice o vértex (del latín, giro, espiral)	Punto superior del neurocráneo, en la línea media con el cráneo orientado en un plano anatómico (orbitomeatal de Frankfort)
Asterión (del griego, estrellado)	En forma de estrella; localizado en la unión de tres suturas: parietomastoidea, occipitomastoidea y lambdoidea
Glabela (del latín, liso, pelado)	Prominencia lisa, más pronunciada en los hombres; sobre los huesos frontales, superior a la raíz de la nariz; es la parte de la frente con proyección más anterior
Inión (del griego, parte posterior de la cabeza)	Punto más sobresaliente de la protuberancia occipital externa
Nasión (del latín, nariz)	Punto del cráneo en que se encuentran las suturas frontonasal e internasal

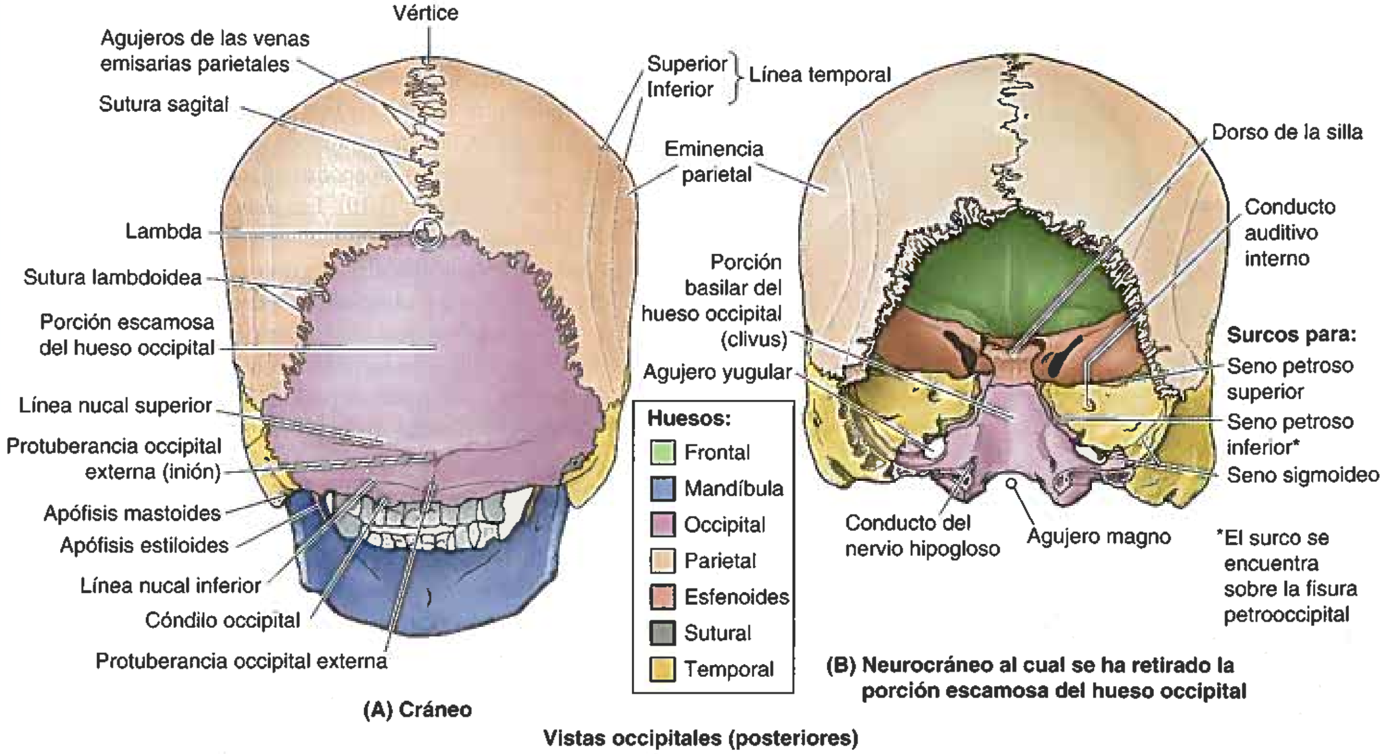
clínicamente importante: el **pterión** (del griego, ala) (figs. 7-4A y 7-6; tabla 7-1). Habitualmente está indicado por una formación de suturas con forma de H que unen los huesos frontal, parietal, esfenoides (ala mayor) y temporal. Es menos frecuente que se articulen los huesos frontal y temporal; a veces, los cuatro huesos se reúnen en un punto.

El **orificio auditivo externo** es la entrada al *conducto auditivo externo*, que conduce a la membrana timpánica (fig. 7-4A). La **apófisis mastoides** del hueso temporal es posteroinferior al orificio del conducto auditivo externo. Anteromedialmente a la apófisis mastoides se halla la **apófisis estiloides** del hueso temporal, una delgada proyección ósea puntiaguda, semejante a una delgada aguja. La *fosa infratemporal* es un espacio irregular, inferior y profundo con respecto al arco cigomático y a la mandíbula, y posterior al maxilar.

Cara posterior del cráneo

La **cara posterior (norma occipital) del cráneo** está compuesta por el **occipucio** (protuberancia posterior convexa de la **porción escamosa del hueso occipital**), partes de los huesos parietales y las porciones mastoideas de los huesos temporales (fig. 7-7A).

La **protuberancia occipital externa** suele ser fácilmente palpable en el plano medio; sin embargo, en algunas ocasiones (especialmente en la mujer) puede ser poco aparente. Un punto craneométrico definido por la punta de la protuberancia externa es el **inión** (del griego, nuca) (figs. 7-1A, 7-4A y 7-6; tabla 7-1). La **cresta occipital externa** desciende desde la protuberancia hacia el *agujero magno*, la gran abertura en la parte basal del hueso occipital (figs. 7-1C y 7-7A).


Vértice
Agujeros de las venas emisarias parietales
Sutura sagital
Lambda
Sutura lambdoidea
Porción escamosa del hueso occipital
Línea nucal superior
Protuberancia occipital externa (inión)
Apófisis mastoides
Apófisis estiloides
Línea nucal inferior
Cóndilo occipital
Protuberancia occipital externa
Superior
Inferior
Línea temporal
Eminencia parietal
Porción basilar del hueso occipital (clivus)
Agujero yugular
Huesos:
🟩 Frontal
🟦 Mandíbula
🟪 Occipital
▨ Parietal
🟥 Esfenoides
⬛ Sutural
🟨 Temporal
Dorso de la silla
Conducto auditivo interno
Surcos para:
Seno petroso superior
Seno petroso inferior*
Seno sigmoideo
Conducto del nervio hipogloso
Agujero magno
*El surco se encuentra sobre la fisura petrooccipital

(A) Cráneo

(B) Neurocráneo al cual se ha retirado la porción escamosa del hueso occipital

Vistas occipitales (posteriores)

FIGURA 7-7. Cráneo del adulto V: vista occipital. A. La cara posterior del neurocráneo, u occipucio, está formada por partes de los huesos parietales, el hueso occipital y las porciones mastoideas de los huesos temporales. Las suturas sagital y lambdoidea coinciden en el punto lambda, que suele poder apreciarse como una depresión en las personas vivas. **B.** Se ha retirado la porción escamosa del hueso occipital para exponer la parte anterior de la fosa craneal anterior.

La **línea nucal superior,** que marca el límite superior del cuello, se extiende lateralmente desde cada lado de la protuberancia; la **línea nucal inferior** es menos aparente. En el centro del occipucio, **lambda** indica la unión de las suturas sagital y lambdoidea (figs. 7-1A, 7-6 y 7-7A; tabla 7-1); a veces puede palparse como una depresión. Uno o más **huesos suturales** (huesos accesorios, huesos wormianos) pueden localizarse en lambda o cerca de la apófisis mastoides (fig. 7-4B y C).

Cara superior del cráneo

La **cara superior (norma superior o norma vertical) del cráneo,** habitualmente de forma algo oval, se ensancha posterolateralmente en las **eminencias parietales** (fig. 7-8A). En algunas personas también son visibles las **eminencias frontales,** lo que otorga al cráneo un aspecto casi cuadrado.

La **sutura coronal** separa los huesos frontal y parietales, la **sutura sagital** separa los huesos parietales, y la **sutura lambdoidea** separa los huesos parietal y temporal del hueso occipital (fig. 7-8A a C). El **bregma** es el punto craneométrico formado por la intersección de las suturas sagital y coronal (figs. 7-6 y 7-8A; tabla 7-1). El **vértice (vértex),** o punto más superior de la calvaria, está próximo al punto medio de la sutura sagital (figs. 7-6 y 7-7A).

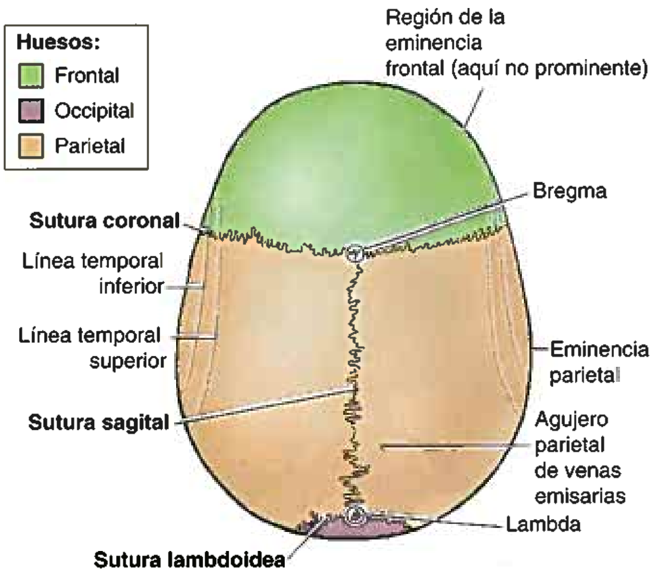
El **agujero parietal** es un orificio pequeño e inconstante que está situado posteriormente en el hueso parietal, cerca de la sutura sagital (fig. 7-8A y C); puede haber agujeros parietales pares. Los agujeros muy irregulares y variables situados en el neurocráneo son los *agujeros emisarios,* atravesados por las *venas emisarias* que conectan las venas del cuero cabelludo con los senos venosos de la duramadre (v. «Cuero cabelludo», p. 843).

Cara externa de la base del cráneo

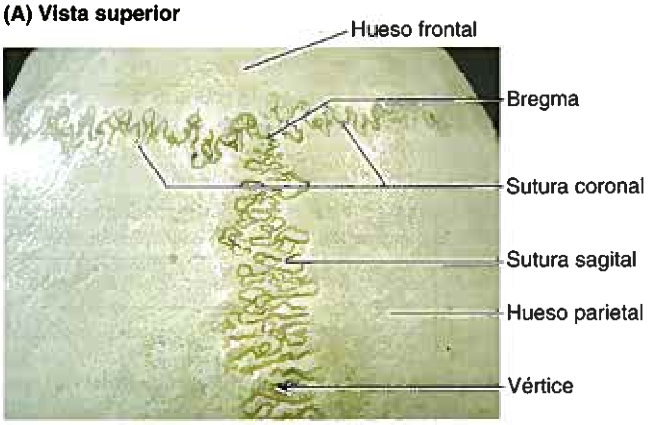
La base del cráneo es la porción inferior del neurocráneo (suelo de la cavidad craneal) y del viscerocráneo, a excepción de la mandíbula (fig. 7-9). La **cara externa de la base del cráneo** presenta el **arco alveolar de los maxilares** (el borde libre de las apófisis alveolares que rodean y soportan a los dientes maxilares), las apófisis palatinas de los maxilares y los huesos palatinos, esfenoides, vómer, temporales y occipital.

El **paladar duro** (paladar óseo) está formado por las **apófisis palatinas de los maxilares** anteriormente y las **láminas horizontales de los huesos palatinos** posteriormente. El borde posterior libre del paladar duro se proyecta posteriormente en el plano medio como **espina nasal posterior.** Posteriormente a los dientes incisivos centrales se halla la **fosa incisiva,** una depresión en la línea media del paladar óseo en la cual se abren los conductos incisivos.

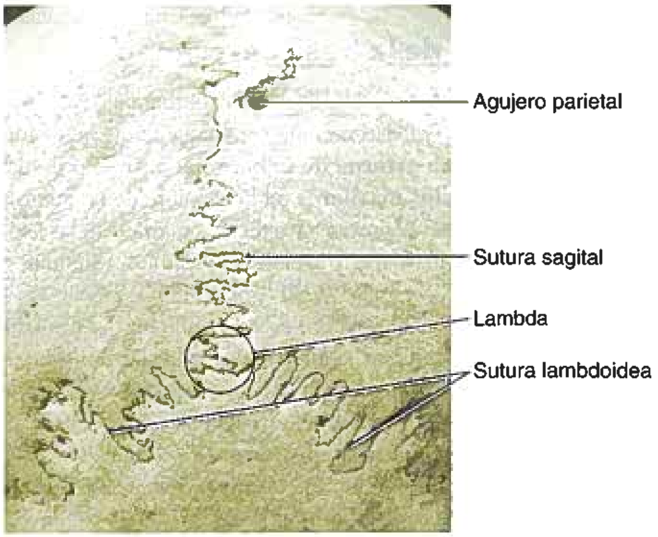
Los nervios nasopalatinos derecho e izquierdo pasan desde la nariz a través de un número variable de conductos y agujeros incisivos (pueden ser bilaterales o unirse en una sola formación). Posterolateralmente se hallan los **agujeros palatinos mayor** y **menores.** Superiormente al borde posterior del paladar se hallan dos grandes aberturas, las **coanas** (aberturas nasales posteriores),



(A) Vista superior



(B) Vista superior (vertical)



(C) Vista posterosuperior

FIGURA 7-8. Cráneo del adulto VI: calvaria. A. Las porciones escamosas de los huesos frontal y occipital, y ambos huesos parietales, contribuyen a formar la calvaria. **B.** En la cara externa de la parte anterior de la calvaria se encuentra el bregma, donde coinciden las suturas coronal y sagital, y el vértice o punto superior del cráneo. **C.** Esta vista externa muestra un prominente agujero parietal unilateral. Aunque los agujeros de las venas emisarias suelen observarse en esta localización general, puede haber una gran variación.

separadas entre sí por el **vómer** (del latín, reja del arado), un hueso plano impar de forma trapezoidal que constituye una parte importante del tabique nasal óseo (fig. 7-9B).

Enclavado entre los huesos frontal, temporales y occipital se halla el **esfenoides,** un hueso impar de forma irregular que consta de un cuerpo y tres pares de apófisis: alas mayores, alas menores y apófisis pterigoides (fig. 7-10). Las **alas mayores** y **menores** del esfenoides se proyectan lateralmente desde las caras laterales del cuerpo del hueso. Las alas mayores poseen caras orbitarias, temporales e infratemporales, visibles en las proyecciones anterior, lateral e inferior del exterior del cráneo (figs. 7-3, 7-4A y 7-9A), y caras cerebrales visibles en las proyecciones internas de la base del cráneo (fig. 7-11). Las **apófisis pterigoides,** que constan de las **láminas lateral** y **medial de la pterigoides,** se extienden inferiormente a cada lado del esfenoides desde la unión del cuerpo y las alas mayores (figs. 7-9A y 7-10A y B).

El **surco para la porción cartilaginosa de la trompa auditiva (faringotimpánica)** está situado medialmente a la **espina del esfenoides,** inferiormente a la unión del ala mayor del esfenoides y la **porción petrosa del hueso temporal** (fig. 7-9B). Unas depresiones en cada **porción escamosa del hueso temporal,** denominadas **fosas mandibulares,** acomodan las cabezas (cóndilos) mandibulares cuando la boca está cerrada. La base del cráneo está formada posteriormente por el hueso occipital, que se articula con el esfenoides anteriormente.

Las cuatro partes del **hueso occipital** están dispuestas en torno al *agujero magno*, el rasgo más destacado de la base del cráneo. Las principales estructuras que atraviesan este gran orificio son la *médula espinal* (donde continúa con la médula oblongada del encéfalo), las *meninges* (coberturas) del encéfalo y la médula espinal, las *arterias vertebrales*, las *arterias espinales* anterior y posteriores, y el *nervio accesorio* (NC XI). En las porciones laterales del hueso occipital se hallan dos grandes protuberancias, los **cóndilos occipitales,** mediante los cuales el cráneo se articula con la columna vertebral.

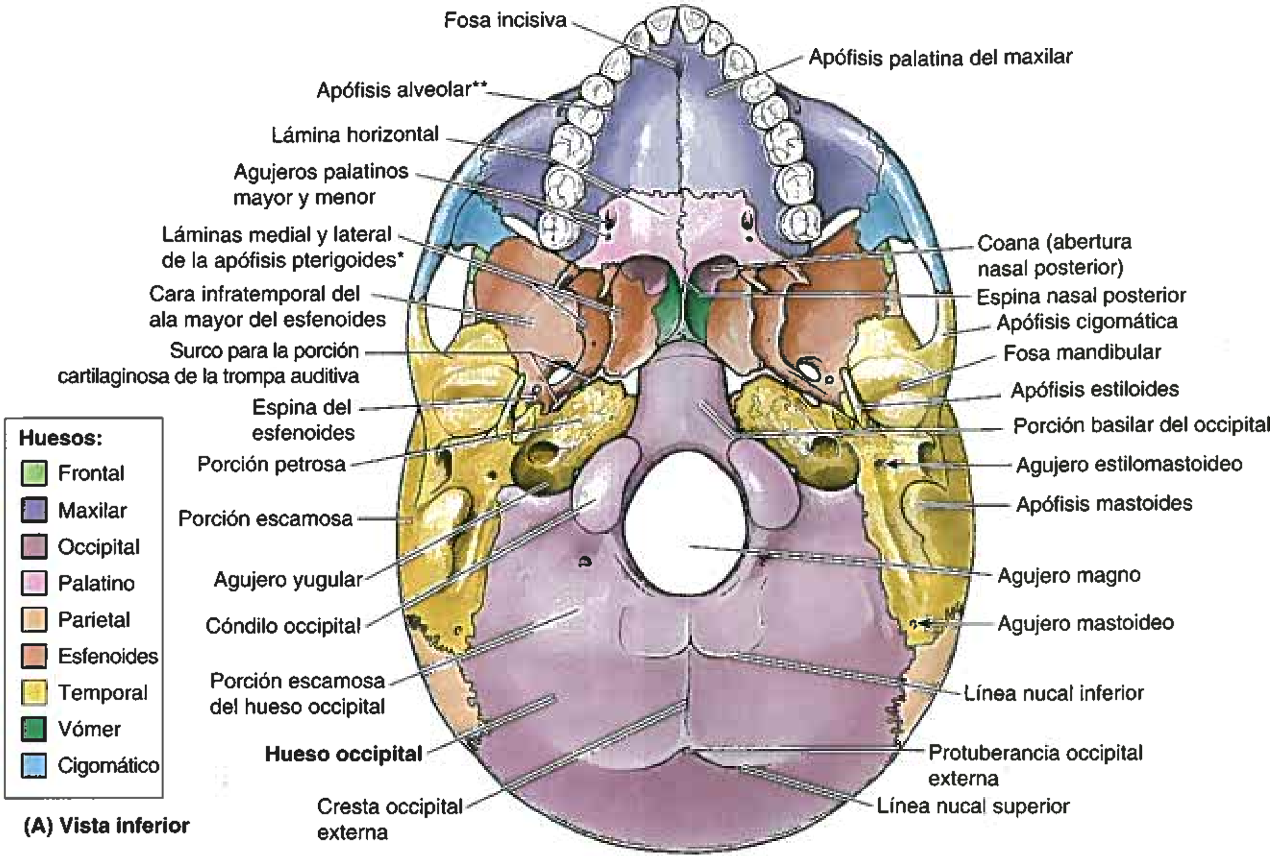
La gran abertura entre el hueso occipital y la porción petrosa del hueso temporal es el **agujero yugular,** desde el cual la vena yugular interna y varios nervios craneales (NC IX a NC XI) salen del cráneo (figs. 7-9 y 7-11; tabla 7-2). La entrada al **conducto carotídeo** para la arteria carótida interna se halla inmediatamente anterior al agujero yugular. Las *apófisis mastoides* proporcionan inserciones musculares. El **agujero estilomastoideo,** atravesado por el nervio facial (NC VII) y la arteria estilomastoidea, está situado posteriormente a la base de la apófisis estiloides.

Cara interna de la base del cráneo

La **cara interna de la base del cráneo** presenta tres grandes depresiones situadas a diferentes niveles: las *fosas craneales anterior, media* y *posterior,* que configuran el suelo en forma de cuenco de la **cavidad craneal** (fig. 7-12). La fosa craneal anterior ocupa el nivel más elevado; la posterior, el más bajo.

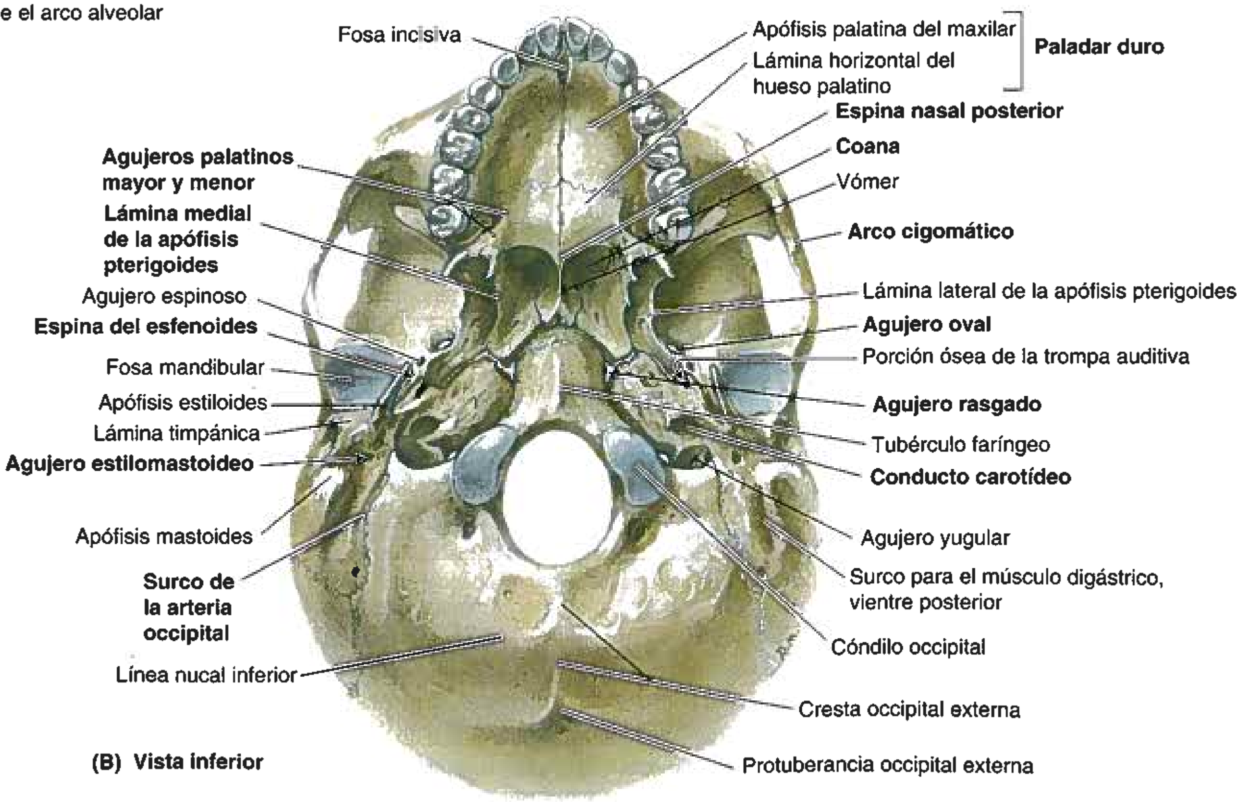
FOSA CRANEAL ANTERIOR

Las porciones inferior y anterior de los lóbulos frontales del cerebro ocupan la **fosa craneal anterior,** la más superficial de las


Fosa incisiva
Apófisis palatina del maxilar
Apófisis alveolar**
Lámina horizontal
Agujeros palatinos mayor y menor
Láminas medial y lateral de la apófisis pterigoides*
Coana (abertura nasal posterior)
Cara infratemporal del ala mayor del esfenoides
Espina nasal posterior
Apófisis cigomática
Surco para la porción cartilaginosa de la trompa auditiva
Fosa mandibular
Apófisis estiloides
Espina del esfenoides
Porción basilar del occipital
Huesos:
🟩 Frontal
▨ Maxilar
▨ Occipital
▨ Palatino
▨ Parietal
▨ Esfenoides
▨ Temporal
▨ Vómer
▨ Cigomático
Porción petrosa
Agujero estilomastoideo
Apófisis mastoides
Porción escamosa
Agujero yugular
Agujero magno
Cóndilo occipital
Agujero mastoideo
Porción escamosa del hueso occipital
Línea nucal inferior
Hueso occipital
Protuberancia occipital externa
Cresta occipital externa
Línea nucal superior

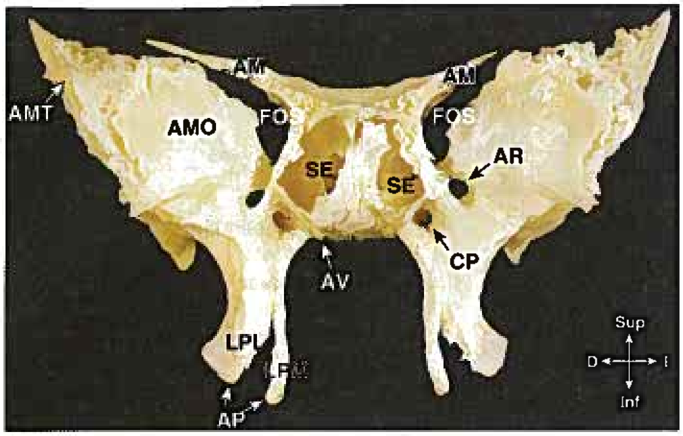
(A) Vista inferior

*En conjunto forman la apófisis pterigoides del esfenoides
**El reborde en forma de U (aquí invertida) formado por el borde libre de las apófisis alveolares de los maxilares derecho e izquierdo constituye el arco alveolar

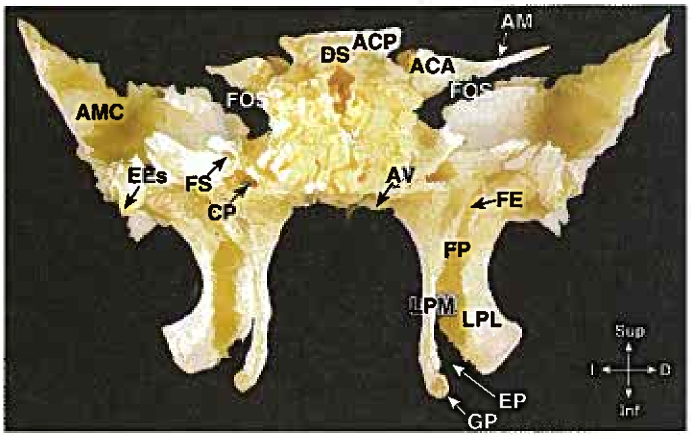

Fosa incisiva
Apófisis palatina del maxilar
Lámina horizontal del hueso palatino
Paladar duro
Espina nasal posterior
Coana
Agujeros palatinos mayor y menor
Vómer
Lámina medial de la apófisis pterigoides
Arco cigomático
Agujero espinoso
Lámina lateral de la apófisis pterigoides
Espina del esfenoides
Agujero oval
Porción ósea de la trompa auditiva
Fosa mandibular
Apófisis estiloides
Agujero rasgado
Lámina timpánica
Tubérculo faríngeo
Agujero estilomastoideo
Conducto carotídeo
Apófisis mastoides
Agujero yugular
Surco de la arteria occipital
Surco para el músculo digástrico, vientre posterior
Cóndilo occipital
Línea nucal inferior
Cresta occipital externa
Protuberancia occipital externa

(B) Vista inferior

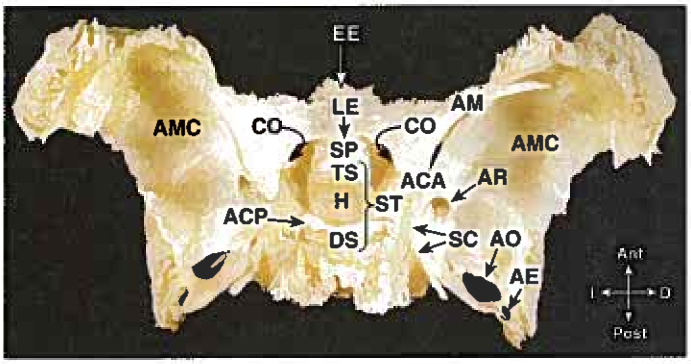
FIGURA 7-9. Cráneo del adulto VI: cara externa de la base del cráneo. A. Cada uno de los huesos integrantes se identifica por un color. **B.** El agujero magno se localiza a medio camino entre las apófisis mastoides y a su mismo nivel. El paladar duro constituye tanto una parte del techo de la boca como el suelo de la cavidad nasal. Las grandes coanas, a cada lado del vómer, constituyen la entrada posterior a las cavidades nasales.



(A) Vista anterior



(B) Vista posterior



(C) Vista superior

Claves

ACA	Apófisis clinoides anterior
ACP	Apófisis clinoides posterior
AE	Agujero espinoso
AM	Ala menor
AMC	Ala mayor (cara cerebral)
AMO	Ala mayor (cara orbitaria)
AMT	Ala mayor (cara temporal)
AO	Agujero oval
AP	Apófisis pterigoides
AR	Agujero redondo
AV	Apófisis vaginal
CO	Conducto óptico
CP	Conducto pterigoideo
DS	Dorso de la silla
EE	Espina etmoidal
EEs	Espina del esfenoides
EP	Escotadura pterigoidea
FE	Fosa escafoidea
FOS	Fisura orbitaria superior
FP	Fosa pterigoidea
GP	Gancho de la apófisis pterigoides
H	Fosa hipofisaria
LE	Limbo del esfenoides
LPL	Lámina lateral de la pterigoides
LPM	Lámina medial de la pterigoides
SC	Surco carotídeo
SE	Seno esfenoidal (en el cuerpo del esfenoides)
SP	Surco prequiasmático
ST	Silla turca
TS	Tubérculo de la silla

FIGURA 7-10. Hueso esfenoides. El esfenoides es un hueso impar e irregular, lleno de aire (neumático). **A.** Se han retirado partes de la delgada pared anterior del cuerpo del hueso para mostrar el interior del seno esfenoidal, que está típicamente dividido, de forma irregular, en cavidades derecha e izquierda. **B.** La fisura orbitaria superior es un espacio entre las alas mayor y menor del esfenoides. Las láminas medial y lateral son componentes de las apófisis pterigoides. **C.** Detalles de la silla turca, formación de la línea media que rodea la fosa hipofisaria.

tres. Está formada por el hueso frontal anteriormente, el etmoides en la parte media, y el cuerpo y las alas menores del esfenoides posteriormente. La mayor parte de la fosa está constituida por las **porciones orbitarias del hueso frontal,** que sostienen los lóbulos frontales del cerebro y forman el techo de las órbitas. La superficie presenta unas impresiones sinuosas (*impresiones cerebrales*) que alojan los giros (circunvoluciones) orbitarios de los lóbulos frontales (fig. 7-11).

La **cresta frontal** es una extensión ósea media del hueso frontal (fig. 7-12A). En su base se halla el **agujero ciego del hueso frontal,** atravesado por vasos durante el desarrollo fetal, pero que carece de significado más tarde. La **crista galli** es una gruesa cresta ósea media posterior al agujero ciego, que se proyecta superiormente desde el etmoides. A cada lado de esta cresta se encuentra la **lámina cribosa del etmoides,** con aspecto parecido a un colador. Sus numerosos y diminutos agujeros dan paso a los nervios

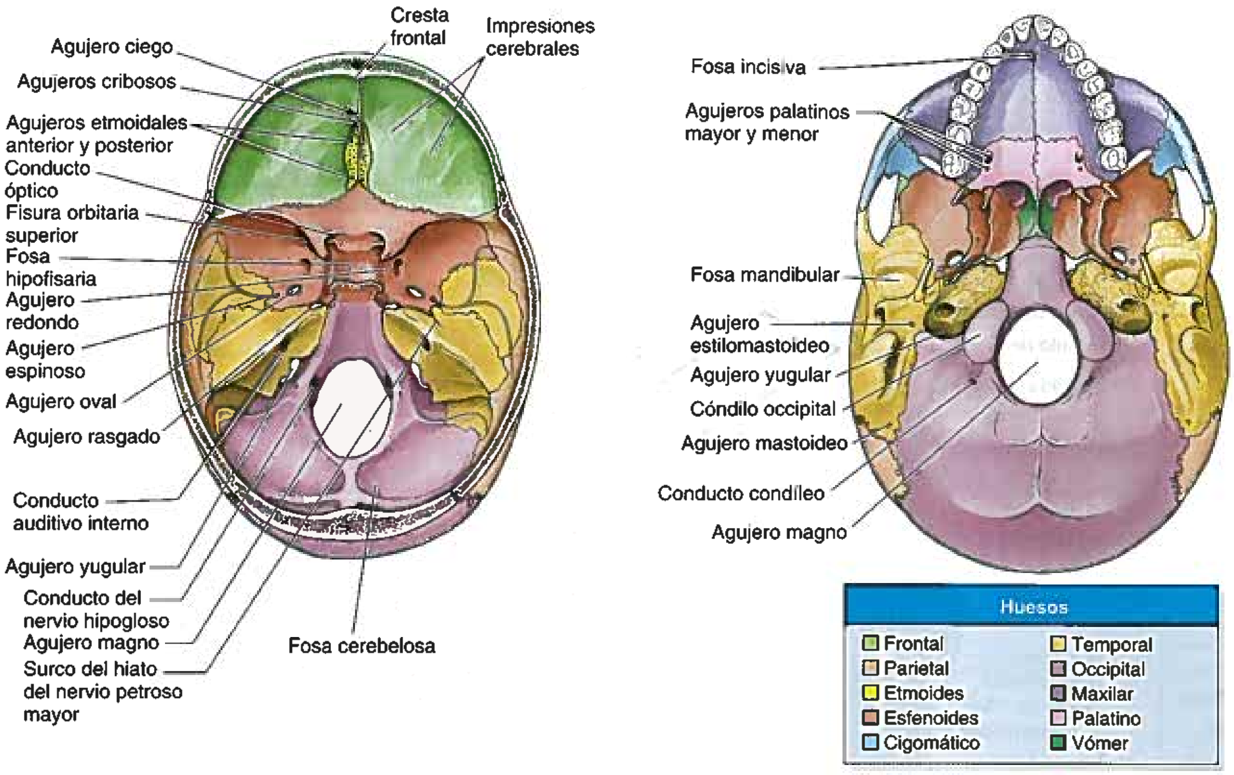
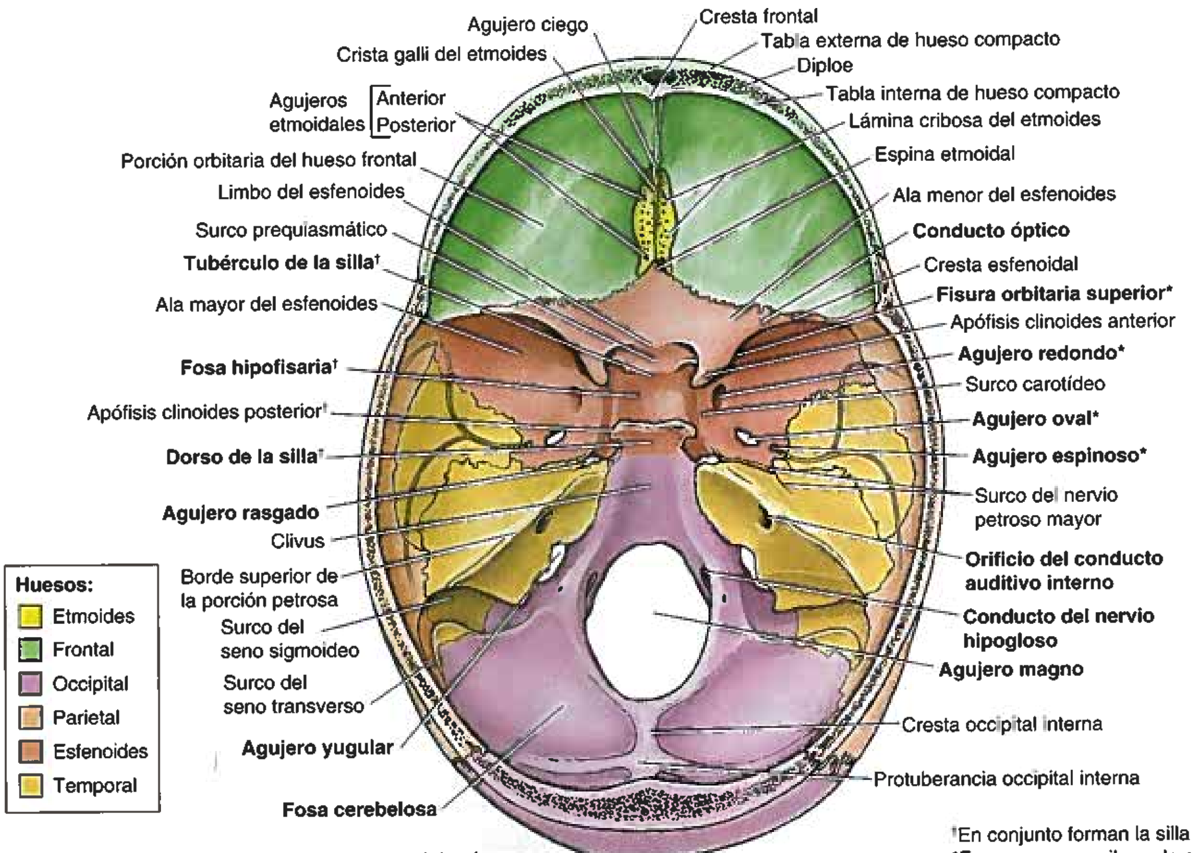

Cresta frontal
Impresiones cerebrales
Agujero ciego
Agujeros cribosos
Agujeros etmoidales anterior y posterior
Conducto óptico
Fisura orbitaria superior
Fosa hipofisaria
Agujero redondo
Agujero espinoso
Agujero oval
Agujero rasgado
Conducto auditivo interno
Agujero yugular
Conducto del nervio hipogloso
Agujero magno
Surco del hiato del nervio petroso mayor
Fosa cerebelosa
Fosa incisiva
Agujeros palatinos mayor y menor
Fosa mandibular
Agujero estilomastoideo
Agujero yugular
Cóndilo occipital
Agujero mastoideo
Conducto condíleo
Agujero magno
Huesos
Frontal
Parietal
Etmoides
Esfenoides
Cigomático
Temporal
Occipital
Maxilar
Palatino
Vómer

FIGURA 7-11. Orificios craneales.

TABLA 7-2. ORIFICIOS Y OTRAS ABERTURAS DE LAS FOSAS CRANEALES Y CONTENIDO

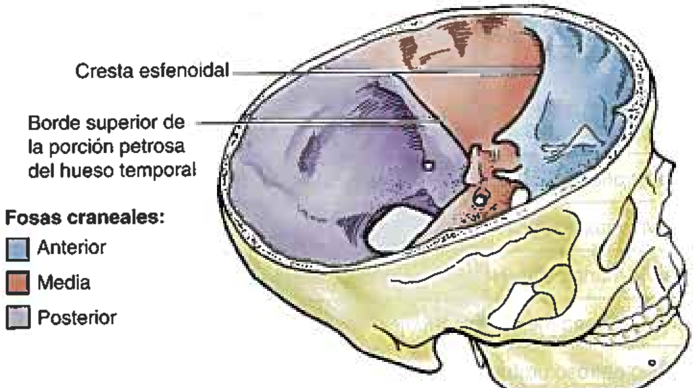
Orificio/abertura	Contenido
Fosa craneal anterior	
Agujero ciego	Vena emisaria nasal (1% de la población)
Agujeros cribosos en la lámina cribosa	Axones de células olfatorias del epitelio olfatorio que forman los nervios olfatorios
Agujeros etmoidales anterior y posterior	Vasos y nervios del mismo nombre
Fosa craneal media	
Conducto óptico	Nervio óptico (NC II) y arteria oftálmica
Fisura orbitaria superior	Venas oftálmicas; nervio oftálmico (NC V_1), NC III, IV y VI; fibras simpáticas
Agujero redondo	Nervio maxilar (NC V_2)
Agujero oval	Nervio mandibular (NC V_3) y arteria meníngea accesoria
Agujero espinoso	Arteria y vena meníngeas medias, y ramo meníngeo del NC V_3
Agujero rasgado[a]	Nervio petroso profundo, y algunas ramas de la arteria meníngea media y venas pequeñas
Surco o hiato del nervio petroso mayor	Nervio petroso mayor y rama petrosa de la arteria meníngea media
Fosa craneal posterior	
Agujero magno	Médula oblongada y meninges; arterias vertebrales, NC XI, venas de la duramadre, arterias espinales anterior y posteriores
Agujero yugular	NC IX, X y XI; bulbo superior de la vena yugular interna; senos petroso inferior y sigmoideo; ramas meníngeas de las arterias faríngea ascendente y occipital
Conducto del nervio hipogloso	Nervio hipogloso (NC XII)
Conducto condíleo	Vena emisaria que pasa desde el seno sigmoideo a las venas vertebrales en el cuello
Agujero mastoideo	Vena emisaria mastoidea desde el seno sigmoideo y rama meníngea de la arteria occipital

[a] La arteria carótida interna y los plexos venoso y simpático que la acompañan pasan de hecho horizontalmente, en lugar de atravesarla verticalmente, el área del agujero rasgado, una formación presente en los cráneos secos, que está cerrada por cartílago en el individuo vivo.


Agujero ciego
Crista galli del etmoides
Agujeros etmoidales
Anterior
Posterior
Porción orbitaria del hueso frontal
Limbo del esfenoides
Surco prequiasmático
Tubérculo de la silla†
Ala mayor del esfenoides
Fosa hipofisaria†
Apófisis clinoides posterior†
Dorso de la silla†
Agujero rasgado
Clivus
Borde superior de la porción petrosa
Surco del seno sigmoideo
Surco del seno transverso
Agujero yugular
Fosa cerebelosa
Huesos:
Etmoides
Frontal
Occipital
Parietal
Esfenoides
Temporal
Cresta frontal
Tabla externa de hueso compacto
Diploe
Tabla interna de hueso compacto
Lámina cribosa del etmoides
Espina etmoidal
Ala menor del esfenoides
Conducto óptico
Cresta esfenoidal
Fisura orbitaria superior*
Apófisis clinoides anterior
Agujero redondo*
Surco carotídeo
Agujero oval*
Agujero espinoso*
Surco del nervio petroso mayor
Orificio del conducto auditivo interno
Conducto del nervio hipogloso
Agujero magno
Cresta occipital interna
Protuberancia occipital interna

†En conjunto forman la silla turca
*Forman una semiluna de cuatro agujeros

(A) Vista superior, cara interna de la base del cráneo


Cresta esfenoidal
Borde superior de la porción petrosa del hueso temporal
Fosas craneales:
Anterior
Media
Posterior

(B) Vista superolateral de la base del cráneo

FIGURA 7-12. Cráneo del adulto VII: cara interna de la base del cráneo. A. Cara interna que muestra los huesos que la componen y sus características. **B.** El suelo de la cavidad craneal puede dividirse en tres niveles: fosas craneales anterior, media y posterior.

olfatorios (NC I) desde las áreas olfatorias de las cavidades nasales hasta los bulbos olfatorios del cerebro, situados sobre esta lámina (fig. 7-12A; tabla 7-2).

FOSA CRANEAL MEDIA

La **fosa craneal media,** en forma de mariposa, presenta una *parte central*, compuesta por la *silla turca* en el cuerpo del esfenoides, y unas grandes *partes laterales* deprimidas a cada lado (fig. 7-12). La fosa craneal media es posteroinferior a la fosa craneal anterior, separada de ella por las agudas *crestas esfenoidales* lateralmente y por el *limbo esfenoidal* centralmente. Las **crestas esfenoidales** están formadas principalmente por los bordes posteriores agudos de las *alas menores del esfenoides*, que se proyectan sobre las partes laterales de las fosas anteriormente. Las crestas esfenoidales finalizan medialmente en dos proyecciones óseas agudas, las *apófisis clinoides anteriores*.

Una cresta variablemente prominente, el **limbo esfenoidal,** forma el límite anterior del **surco prequiasmático,** orientado transversalmente, que se extiende entre los *conductos ópticos* derecho e izquierdo. Los huesos que constituyen las partes laterales de la fosa son las alas mayores del esfenoides y las porciones escamosas de los huesos temporales lateralmente, y las porciones petrosas del hueso temporal posteriormente. Las partes laterales de la fosa craneal media soportan los lóbulos temporales del cerebro. El límite entre las fosas craneales media y posterior es el **borde superior de la porción petrosa del hueso temporal** lateralmente, y una lámina ósea plana, el *dorso de la silla turca del esfenoides,* medialmente.

La **silla turca** es la formación ósea con aspecto de silla de montar situada en la superficie superior del cuerpo del esfenoides. Se encuentra rodeada por las **apófisis clinoides anteriores** y **posteriores** (figs. 7-10C y 7-12A). *Clinoides* significa «pata de la cama», y las cuatro apófisis (dos anteriores y dos posteriores) rodean la fosa hipofisaria, la «cama» de la glándula hipófisis, como las cuatro patas de una cama. La silla turca se compone de tres partes:

1. El **tubérculo de la silla** (pomo de la silla) es una elevación media variablemente prominente que forma el límite posterior del *surco prequiasmático* y el límite anterior de la fosa hipofisaria.
2. La **fosa hipofisaria** es una depresión media (el asiento de la silla) en el cuerpo del esfenoides que aloja la *hipófisis*.
3. **El dorso de la silla** (respaldo de la silla) es una lámina ósea cuadrada que se proyecta superiormente desde el *cuerpo del esfenoides*. Constituye el límite posterior de la silla turca y sus ángulos superolaterales prominentes componen las **apófisis clinoides posteriores.**

A cada lado del cuerpo del esfenoides, una *semiluna de cuatro agujeros* perfora las raíces de las caras cerebrales de las alas mayores del esfenoides (figs. 7-10C, 7-11 y 7-12A); las estructuras que atraviesan estos agujeros se detallan en la tabla 17-2:

1. **Fisura orbitaria superior:** se encuentra localizada entre las alas mayor y menor; se abre anteriormente en el interior de la órbita (fig. 7-2A).
2. **Agujero redondo:** se encuentra posterior al extremo medial de la fisura orbitaria superior; sigue un curso horizontal hasta una abertura en la cara anterior de la raíz del ala mayor del esfenoides (fig. 7-10A) en el interior de una formación ósea entre los huesos esfenoides, maxilar y palatino, la *fosa pterigopalatina.*
3. **Agujero oval:** es un orificio grande posterolateral al agujero redondo; se abre inferiormente en la fosa infratemporal (figura 7-9B).
4. **Agujero espinoso:** localizado posterolateralmente al agujero oval; también se abre en la fosa infratemporal en relación con la *espina del esfenoides.*

El **agujero rasgado** no forma parte de la semiluna de agujeros. Este agujero se sitúa posterolateralmente a la fosa hipofisaria y es un artefacto del cráneo en seco, pues en vida está cerrado por una lámina cartilaginosa. Sólo algunas ramas arteriales meníngeas y pequeñas venas atraviesan verticalmente el cartílago de un modo completo. La arteria carótida interna y sus plexos simpático y venoso que la acompañan pasan sobre la cara superior del fibrocartílago (sobre el agujero), y algunos nervios lo atraviesan horizontalmente y pasan hacia un agujero en su límite anterior.

Extendiéndose posterior y lateralmente desde el agujero rasgado hay un estrecho **surco del nervio petroso mayor** en la cara anterosuperior de la porción petrosa del hueso temporal. También hay un pequeño surco del nervio petroso menor.

FOSA CRANEAL POSTERIOR

La **fosa craneal posterior**, la mayor y más profunda de las tres fosas craneales, aloja el cerebelo, el puente y la médula oblongada (fig. 7-12). La fosa craneal posterior está formada principalmente por el hueso occipital, pero el *dorso de la silla del esfenoides* marca su límite anterior centralmente, y las porciones petrosa y mastoidea de los huesos temporales contribuyen a sus «paredes» anterolaterales.

Desde el dorso de la silla existe una rampa inclinada en el centro de la parte anterior de la fosa, el **clivus,** que conduce al *agujero magno*. Posteriormente a esta gran abertura, la fosa craneal posterior se halla dividida parcialmente por la **cresta occipital interna** en grandes impresiones cóncavas bilaterales, las **fosas cerebelosas.** La cresta occipital interna finaliza en la **protuberancia occipital interna,** relacionada con la *confluencia de los senos*, una unión de los senos venosos de la duramadre (comentada más adelante en p. 867).

Anchos surcos indican el curso horizontal del *seno transverso* y el *seno sigmoideo*, éste en forma de S. En la base de la cresta petrosa del hueso temporal se halla el *agujero yugular*, que atraviesan varios nervios craneales además del seno sigmoideo, el cual sale del cráneo como vena yugular interna (fig. 7-11; tabla 7.2). Anterosuperiormente al agujero yugular se halla el *conducto auditivo interno* para los nervios facial y vestibulococlear (NC VIII) y la arteria laberíntica. El **conducto del nervio hipogloso** para ese nervio es superior al borde anterolateral del agujero magno.

Paredes de la cavidad craneal

Las **paredes de la cavidad craneal** varían de grosor en las diferentes regiones. Suelen ser más delgadas en la mujer que en el hombre, y también más delgadas en el niño y el anciano. Los huesos tienden a ser más delgados en las áreas que se hallan bien cubiertas por músculos, como la porción escamosa del hueso temporal (fig. 7-11). Las áreas delgadas de los huesos pueden verse en las radiografías (fig. 7-5) o al sostener un cráneo desecado frente a una luz intensa.

La mayoría de los huesos de la calvaria se componen de las **tablas interna** y **externa de hueso compacto**, separadas por el **diploe** (figs. 7-5 y 7-11). El diploe es hueso esponjoso que contiene médula ósea roja en vida y conductos formados por las venas diploicas. En el cráneo en seco el diploe no es rojo, pues las proteínas se eliminan durante la preparación del cráneo. La tabla interna ósea es más delgada que la externa, y en algunas áreas sólo existe una fina lámina de hueso compacto, sin diploe.

La sustancia ósea del cráneo está distribuida de un modo desigual. Los relativamente delgados huesos planos (aunque la mayoría son curvos) proporcionan la potencia necesaria para mantener las cavidades y proteger su contenido. Sin embargo, además de albergar el encéfao, los huesos del neurocráneo (y sus apófisis) aportan inserción proximal a los potentes músculos de la masticación que se insertan distalmente en la mandíbula. Por lo tanto, se producen unas intensas fuerzas de tracción a través de la cavidad nasal y las órbitas, que quedan interpuestas. De este modo, las porciones engrosadas de los huesos craneales forman unos potentes contrafuertes o pilares que transmiten las fuerzas y evitan su paso por las órbitas y la cavidad nasal (fig. 7-13). Los contrafuertes principales son el **contrafuerte frontonasal,** que se extiende desde la región de los dientes caninos entre las cavidades nasal y orbitaria hasta la porción central del hueso frontal, y el **contrafuerte arco cigomático-borde orbitario lateral,** desde la región de los molares hasta la parte lateral del hueso frontal y el temporal. De modo similar, los **contrafuertes occipitales** transmiten las fuerzas recibidas lateralmente al agujero magno desde la columna vertebral. Quizás para compensar la mayor densidad ósea necesaria para estos refuerzos, algunas áreas del cráneo que no se hallan sometidas a tantas exigencias mecánicas se neumatizan (se llenan de aire).

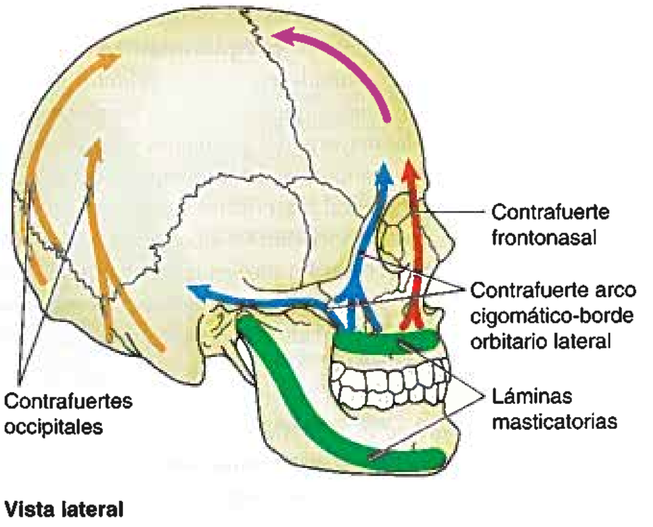
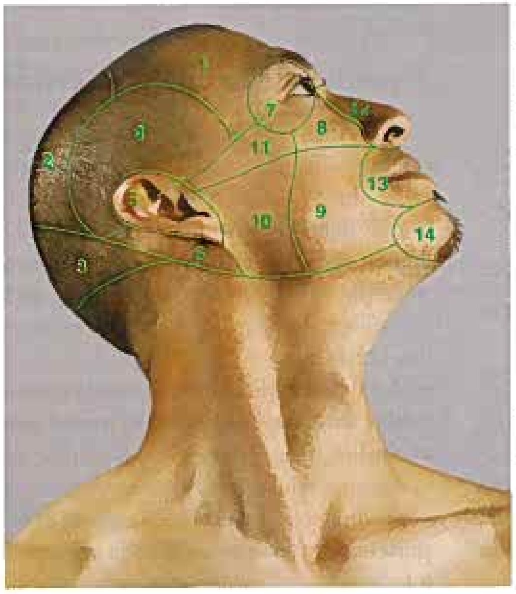

Contrafuerte frontonasal
Contrafuerte arco cigomático-borde orbitario lateral
Láminas masticatorias
Contrafuertes occipitales
Vista lateral

FIGURA 7-13. Contrafuertes del cráneo. Son partes gruesas de hueso craneal que transmiten fuerzas alrededor de regiones más débiles del cráneo.

Regiones de la cabeza

Para que exista una clara comunicación sobre la localización de las estructuras, lesiones o patología, la cabeza se divide en regiones (fig. 7-14). El gran número de regiones (ocho) en que se divide el área relativamente pequeña de la cara es reflejo de su complejidad funcional e importancia personal, como indican los gastos anuales en cirugía estética electiva. Con la excepción de la **región auricular,** que incluye también la oreja, los nombres de las regiones de la porción neurocraneal de la cabeza corresponden a los huesos o detalles óseos subyacentes: **regiones frontal, parietal, occipital, temporal** y **mastoidea.**

La porción viscerocraneal de la cabeza incluye la **región facial,** que se divide en cinco regiones bilaterales y tres regiones medias en relación con estructuras superficiales (**regiones labial** y **de la mejilla**), con formaciones de tejidos blandos más profundas (**región parotídea**) y con estructuras esqueléticas (**regiones orbitaria, infraorbitaria, nasal, cigomática** y **mentoniana**). En el resto del capítulo se exponen detalladamente varias de estas regiones, así como algunas regiones profundas no representadas en la superficie (p. ej., la región infratemporal y la fosa pterigopalatina). La anatomía de superficie de estas regiones se comentará al describir cada región.



Regiones de la cabeza

1	Región frontal
2	Región parietal
3	Región occipital
4	Región temporal
5	Región auricular
6	Región mastoidea
Región facial:	
7	Región orbitaria
8	Región infraorbitaria
9	Región de la mejilla
10	Región parotídea
11	Región cigomática
12	Región nasal
13	Región labial
14	Región mentoniana

FIGURA 7-14. Regiones de la cabeza.

CRÁNEO

Traumatismos craneales

Los traumatismos craneales son una causa importante de muerte y discapacidad. Las complicaciones de los traumatismos craneales consiten en hemorragia, infección y lesiones del encéfalo y los nervios craneales. El trastorno del nivel de consciencia es el síntoma más común de los traumatismos craneales. En Estados Unidos, casi el 10 % de todas las muertes se producen por traumatismos craneales, y aproximadamente en la mitad de las muertes de causa traumática está implicado el encéfalo (Rowland, 2005). Los traumatismos craneales ocurren sobre todo en individuos jóvenes, entre 15 y 24 años. La causa principal de las lesiones cerebrales es variable, pero destacan los accidentes de automóvil y motocicleta.

Cefaleas y dolor facial

Pocos trastornos son más frecuentes que la *cefalea* y el *dolor facial*. Aunque la cefalea habitualmente es benigna y se asocia con tensión, fatiga o fiebre moderada, puede indicar también un problema intracraneal grave, como un tumor cerebral, una hemorragia subaracnoidea o una meningitis. Las *neuralgias* se caracterizan por dolor pulsátil o punzante en el recorrido de un nervio, causado por una lesión desmielinizante. Son un motivo común de dolor facial. Los términos como *neuralgia facial* describen sensaciones dolorosas difusas. Los dolores localizados tienen nombres específicos, como *otalgia* y *odontalgia*. El conocimiento profundo de la anatomía de la cabeza ayuda a comprender las causas de las cefaleas y del dolor facial.

Traumatismos de los arcos superciliares

Los arcos superciliares son crestas óseas relativamente agudas; por lo tanto, un golpe sobre ellos (p. ej., en el boxeo) puede desgarrar la piel y producir una hemorragia. La magulladura de la piel que rodea la órbita provoca la acumulación de sangre y líquido hístico en el tejido conectivo circundante, que gravita sobre el párpado superior y en torno al ojo («ojo morado»).

Enrojecimiento malar

El hueso cigomático se denominaba antes hueso malar; por lo tanto, no es raro hallar el término clínico *enrojecimiento malar*. Este enrojecimiento de la piel que cubre la prominencia cigomática (eminencia malar) se asocia con la fiebre que acompaña a ciertas enfermedades, como la *tuberculosis* y el *lupus eritematoso sistémico*.

Fracturas de los maxilares y de los huesos asociados

El Dr. Léon Clement Le Fort (cirujano y ginecólogo de París, 1829-1893) distinguió tres variantes comunes de fracturas de los maxilares (fig. C7-1):

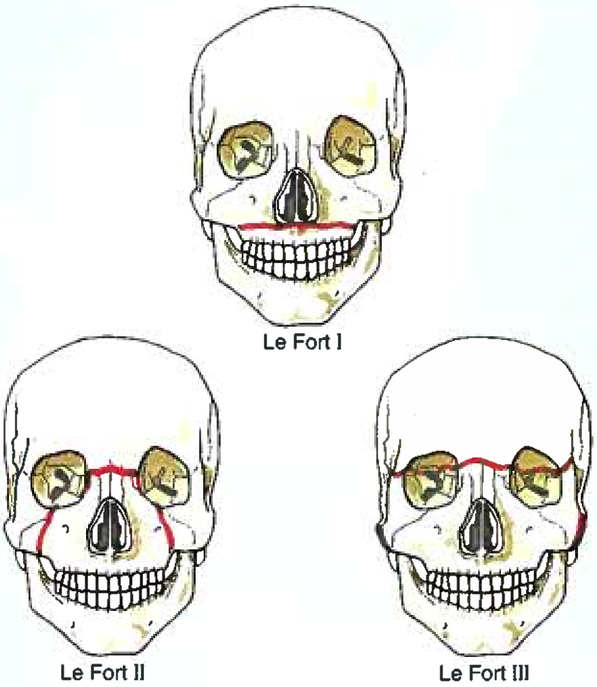


FIGURA C7-1.

- **Fractura de Le Fort I:** amplia variedad de fracturas horizontales de los maxilares que discurren superiormente a las apófisis alveolares maxilares (es decir, a las raíces de los dientes), cruzan el tabique nasal óseo y posiblemente las láminas pterigoideas del esfenoides.
- **Fractura de Le Fort II:** transcurre desde las partes posterolaterales de los senos maxilares (cavidades en los maxilares) superomedialmente a través de los agujeros infraorbitarios, lagrimales o etmoides hasta el puente nasal. Como resultado, toda la parte central de la cara, incluidos el paladar duro y las apófisis alveolares, queda separada del resto del cráneo.
- **Fractura de Le Fort III:** fractura horizontal que atraviesa las fisuras orbitarias superiores, el etmoides y los huesos nasales, y se extiende lateralmente a través de las alas mayores del esfenoides y las suturas frontocigomáticas. La fractura concomitante de los arcos cigomáticos da lugar a que los maxilares y los huesos cigomáticos se separen del resto del cráneo.

Fracturas de la mandíbula

La fractura de mandíbula suele ser doble, con frecuencia en lados opuestos; por lo tanto, si se observa una fractura, debe buscarse otra. Por ejemplo, un fuerte golpe en la mandíbula fractura a menudo el cuello de la mandíbula y su cuerpo en la región de los dientes caninos opuestos.

Las *fracturas de la apófisis coronoides* son raras y suelen ser únicas (fig. C7-2). Las *fracturas del cuello de la mandíbula* son a menudo transversas y pueden acompañarse de luxación de la articulación temporomandibular del mismo lado. Las *fracturas del*

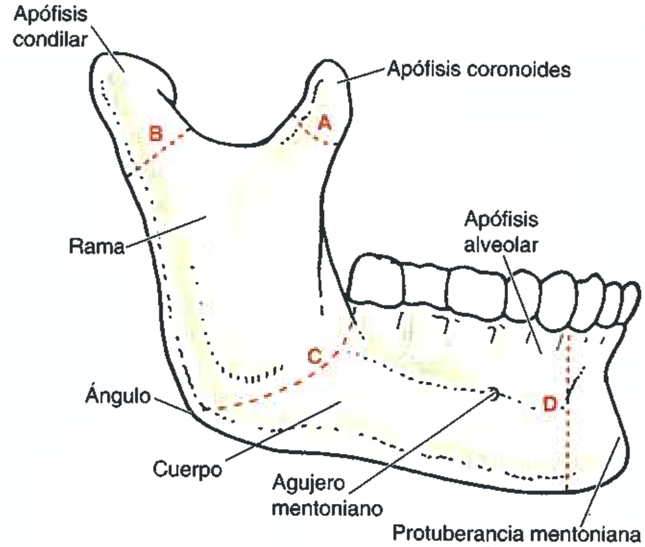

Apófisis condilar
Apófisis coronoides
B
A
Rama
Apófisis alveolar
C
Ángulo
D
Cuerpo
Agujero mentoniano
Protuberancia mentoniana

FIGURA C7-2. Fracturas de la mandíbula. *Línea A,* fractura de la apófisis coronoides; *línea B,* fractura del cuello de la mandíbula; *línea C,* fractura del ángulo de la mandíbula; *línea D,* fractura del cuerpo de la mandíbula.

ángulo de la mandíbula suelen ser oblicuas y pueden interesar el alvéolo óseo del 3.er molar (fig. C7-2, *línea C*). Las *fracturas del cuerpo de la mandíbula* atraviesan frecuentemente el alvéolo de un diente canino (fig. C7-2, *línea D*).

Resorción del hueso alveolar

La extracción de un diente da lugar a la resorción del hueso alveolar en esa zona (fig. C7-3). Después de la pérdida o extracción completa de los dientes maxilares, los alvéolos comienzan a llenarse de hueso y la apófisis alveolar a resorberse. De manera similar, la extracción de un diente mandibular provoca resorción ósea. Gradualmente, el agujero mentoniano se sitúa cerca del borde superior del cuerpo de la mandíbula. En algunos casos los agujeros mentonianos llegan a desaparecer, lo que deja los nervios mentonianos expuestos a la lesión. La *presión de una prótesis dental* (p. ej., una dentadura que descanse sobre un nervio mentoniano expuesto) puede ocasionar dolor al masticar. La pérdida de todos los dientes da lugar a que disminuya la dimensión vertical facial y a *prognatismo mandibular* (con submordida). Además, aparecen pliegues profundos en la piel de la cara, que discurren hacia atrás desde los ángulos de la boca.

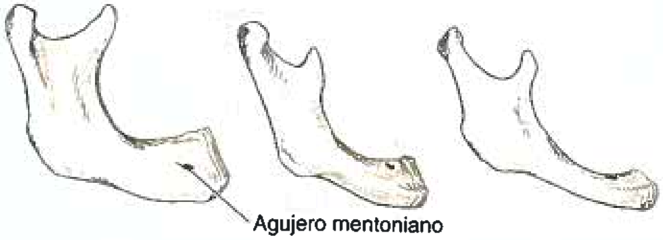
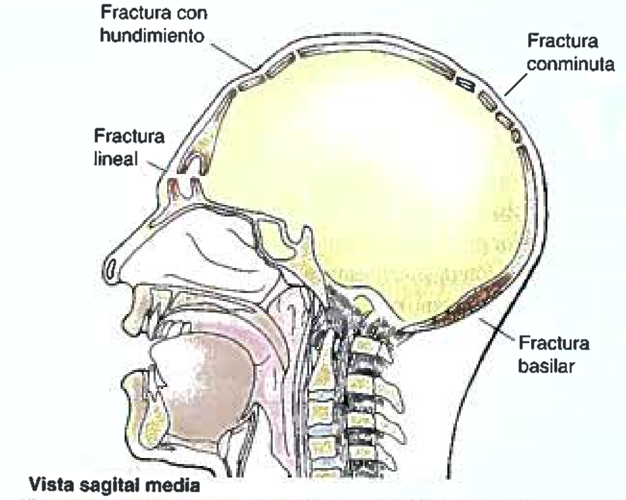

Agujero mentoniano

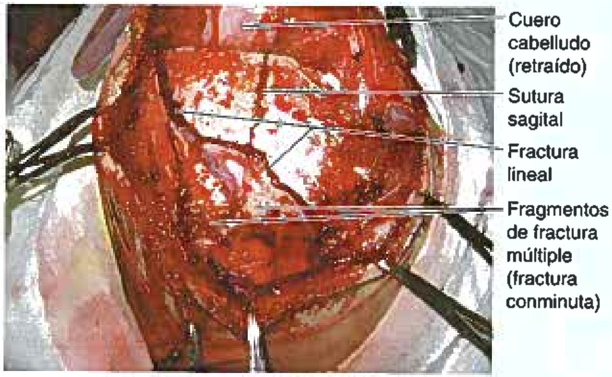
FIGURA C7-3. Resorción de hueso alveolar desdentado.

Fracturas de la calvaria

La convexidad de la calvaria (bóveda craneal) distribuye los efectos de un golpe en la cabeza, y por lo tanto suele minimizarlos. Sin embargo, es probable que los golpes potentes en una zona delgada de la calvaria originen *fracturas con hundimiento*, en las que un fragmento óseo queda deprimido hacia dentro y comprime y/o lesiona el cerebro (fig. C7-4). Las *fracturas lineales de la calvaria*, el tipo más frecuente, suelen ocurrir en el punto del impacto, aunque a menudo irradian en dos o más direcciones. En las *fracturas conminutas*, el hueso se rompe en varios fragmentos. Si el impacto se produce sobre una zona de calvaria gruesa, el hueso puede combarse hacia dentro sin fracturarse; sin embargo, puede ocurrir una fractura a una cierta distancia del lugar del trauma directo, donde los huesos son más delgados. En una *fractura por contragolpe* no hay fractura en el punto del impacto, pero sí en el lado opuesto del cráneo.


Fractura con hundimiento
Fractura conminuta
Fractura lineal
Fractura basilar

Vista sagital media


Cuero cabelludo (retraído)
Sutura sagital
Fractura lineal
Fragmentos de fractura múltiple (fractura conminuta)

Vista posterosuperior

FIGURA C7-4. Fracturas de la calvaria.

Acceso quirúrgico a la cavidad craneal: colgajos óseos

Para acceder a la cavidad craneal y al cerebro, los cirujanos realizan una *craneotomía*, en la que se eleva o extrae una sección del neurocráneo, que se denomina colgajo óseo (fig. C7-5). Debido a que el pericráneo del adulto posee escasa capacidad osteogénica (formadora de hueso), hay poca regeneración ósea después de la pérdida de hueso (p. ej., al extraer fragmentos óseos durante la reparación de una fractura craneal conminuta). Los colgajos óseos producidos quirúrgicamente se vuelven a colocar en su lugar y se unen con hilo metálico a otras partes de la calvaria, o se mantienen temporalmente en su lugar con placas metálicas. La reintegración es más probable si el hueso se refleja con sus músculos y piel suprayacentes, para que conserve su irrigación propia durante la intervención y tras ser recolocado. Si el colgajo óseo no se recoloca (es decir, el colgajo queda reemplazado por una lámina permanente de plástico o metal), la intervención se denomina *craniectomía.*

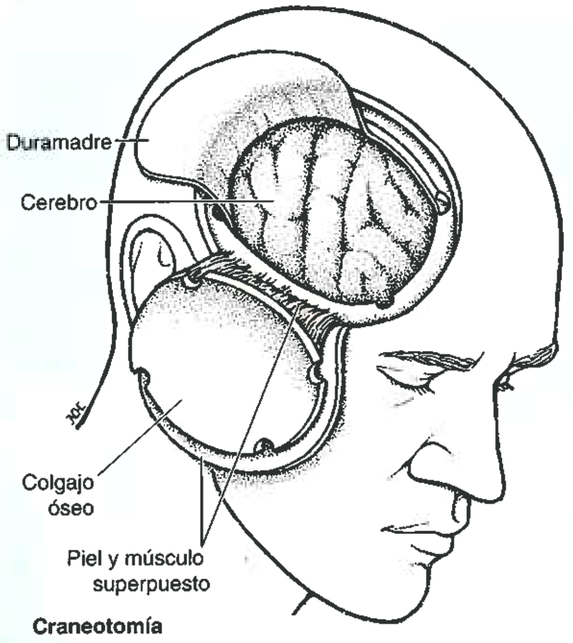
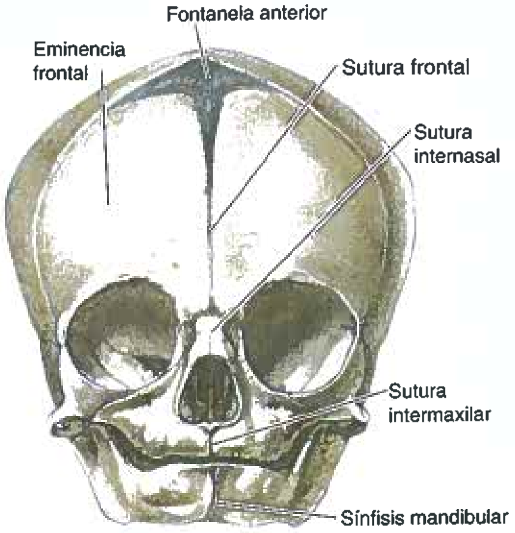

Duramadre
Cerebro
Colgajo óseo
Piel y músculo superpuesto
Craneotomía

FIGURA C7-5.

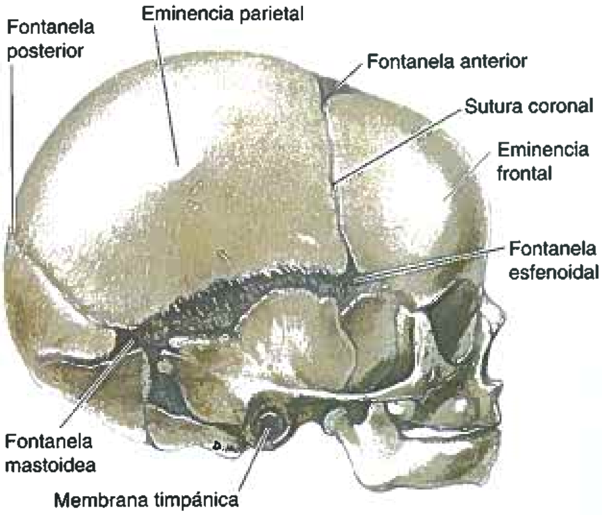
Desarrollo del cráneo

Los huesos de la calvaria y de algunas partes de la base del cráneo se desarrollan por *osificación intramembranosa*; el desarrollo de la mayor parte de la base del cráneo se realiza por *osificación endocondral.* Al nacimiento, los huesos de la calvaria son lisos y unilaminares, sin diploe. Las eminencias frontal y parietal son especialmente prominentes (fig. C7-6). El cráneo del recién nacido es desproporcionadamente grande en comparación con otras partes del esqueleto; sin embargo, su cara anterior es pequeña en comparación con la *calvaria,* pues constituye aproximadamente una octava parte del cráneo. En el adulto, el esqueleto facial constituye un tercio del cráneo. El gran tamaño de la calvaria en el lactante es consecuencia del crecimiento y desarrollo precoces del cerebro y los ojos.

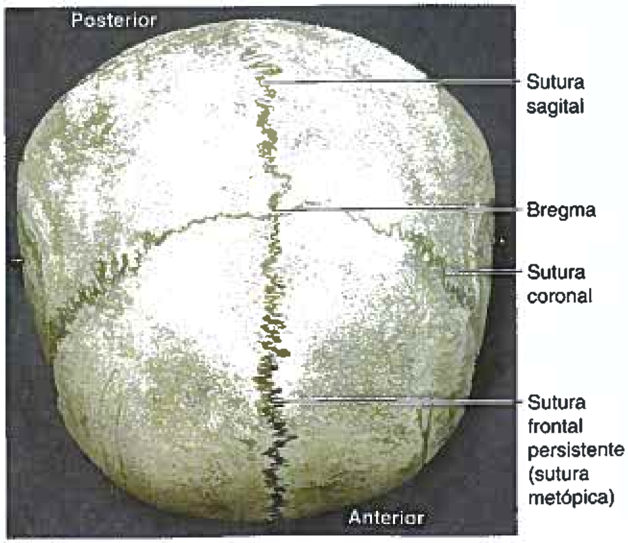
El desarrollo escaso de la cara da lugar a que las órbitas aparezcan relativamente grandes (fig. C7-6A). El pequeño tamaño de la cara se debe al desarrollo rudimentario de los maxilares, la


Fontanela anterior
Eminencia frontal
Sutura frontal
Sutura internasal
Sutura intermaxilar
Sínfisis mandibular

(A) Vista anterior


Fontanela posterior
Eminencia parietal
Fontanela anterior
Sutura coronal
Eminencia frontal
Fontanela esfenoidal
Fontanela mastoidea
Membrana timpánica

(B) Vista lateral


Posterior
Sutura sagital
Bregma
Sutura coronal
Sutura frontal persistente (sutura metópica)
Anterior

(C) Vista anterosuperior

FIGURA C7-6. Desarrollo del cráneo.

mandíbula y los senos paranasales (cavidades óseas llenas de aire), a la ausencia de dientes que hayan hecho erupción y al pequeño tamaño de las cavidades nasales.

En el recién nacido, las dos mitades del hueso frontal se hallan separadas por la *sutura frontal;* los huesos frontal y parietales están separados por la *sutura coronal,* y los maxilares y las mandíbulas lo están por la *sutura intermaxilar* y la *sínfisis mandibular* (articulación cartilaginosa secundaria), respectivamente. No hay apófisis mastoides ni estiloides (fig. C7-6B). Por la ausencia de la apófisis mastoides al nacer, el nervio facial se halla próximo a la superficie a su salida del agujero estilomastoideo. A consecuencia de ello, el nervio facial puede lesionarse con el fórceps durante un parto difícil, o más adelante por una incisión retroauricular (p. ej., en el tratamiento quirúrgico de la mastoiditis o por problemas del oído medio). La apófisis mastoides se forma gradualmente durante el primer año de vida, cuando el músculo esternocleidomastoideo completa su desarrollo y tracciona de la porción petromastoidea del hueso temporal.

En el recién nacido, los huesos de la calvaria están separados por espacios membranosos; el mayor de ellos se produce entre los ángulos de los huesos planos (fig. C7-6A y B). Son las *fontanelas anterior y posterior* y las *fontanelas esfenoidales y mastoideas,* estas dos últimas pares. Mediante la palpación de las fontanelas en el lactante, especialmente la anterior y la posterior, el médico puede determinar:

- El progreso del crecimiento de los huesos frontal y parietales.
- El grado de hidratación del lactante (la depresión de la fontanela indica deshidratación).
- El nivel de presión intracraneal (el abombamiento de la fontanela indica un aumento de la presión sobre el cerebro).

La **fontanela anterior,** la mayor de ellas, tiene forma romboidal o de estrella; está limitada anteriormente por las dos mitades del hueso frontal, y posteriormente por los huesos parietales. Por lo tanto, está situada en la unión de las suturas sagital, coronal y frontal, o futura localización del *bregma* (fig. 7-5; tabla 7-1). Hacia los 18 meses de edad, los huesos circundantes se han fusionado y la fontanela anterior deja de ser clínicamente palpable.

Al nacimiento, el hueso frontal se compone de dos mitades, cuya unión comienza en el 2.º año. En la mayoría de los casos, la *sutura frontal* se oblitera hacia el 8.º año. Sin embargo, aproximadamente en el 8 % de los individuos persiste un resto de ella, la **sutura metópica** (figs. 7-2A y 7-3). Con mucha menos frecuencia persiste toda la sutura frontal (fig. C7-6C). La persistencia de la sutura no debe interpretarse como una fractura en las radiografías ni en otras técnicas de diagnóstico por la imagen.

La **fontanela posterior** es triangular y está limitada anteriormente por los huesos parietales y posteriormente por el hueso occipital. Está situada en la unión de las suturas lambdoidea y sagital, o futura localización del *lambda* (figs. 7-7A y 7-8C). La fontanela posterior comienza a cerrarse durante los primeros meses de vida, y hacia el final del primer año es pequeña y clínicamente no se palpa. Las **fontanelas esfenoidal** y **mastoidea,** cubiertas por el músculo temporal, se fusionan en el lactante y son clínicamente menos importantes que las fontanelas de la línea media. Las mitades de la mandíbula se fusionan a comienzos del 2.º año. Los dos maxilares y los huesos nasales habitualmente no se fusionan.

La blandura de los huesos del cráneo en el lactante y la laxitud de sus conexiones en las suturas y fontaneles permiten que la forma de la calvaria se modifique (*moldee*) durante el parto (fig. C7-7). Al paso del feto por el canal del parto, las mitades del hueso frontal se aplanan, el hueso occipital queda desplazado y un hueso parietal se encabalga ligeramente sobre el otro. Unos pocos días después del nacimiento, la calvaria recupera su normalidad. La elasticidad de los huesos craneales en el lactante les permite resistir fuerzas que provocarían fracturas en el adulto. Las suturas fibrosas de la calvaria permiten también que el cráneo aumente de tamaño en el lactante y el niño. El aumento de tamaño de la calvaria es máximo durante los primeros 2 años, período en que el cerebro crece con mayor rapidez. La calvaria aumenta de capacidad normalmente durante 15-16 años. Después de esta edad, suele aumentar ligeramente durante 3-4 años debido al engrosamiento de los huesos.

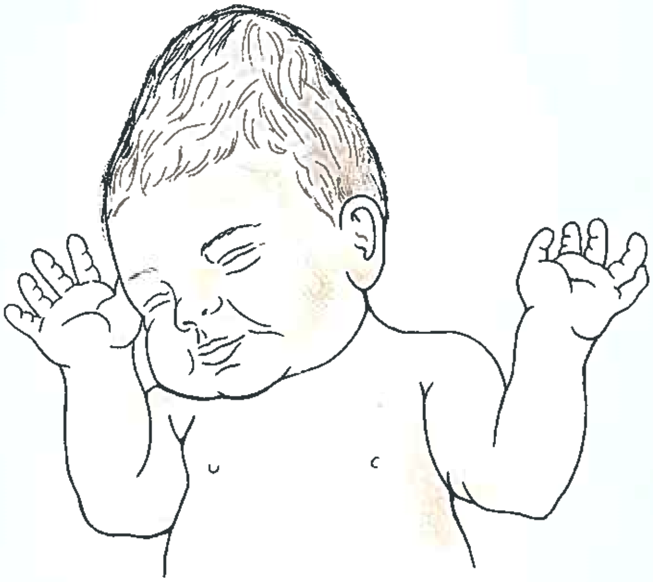


FIGURA C7-7. Moldeado de la calvaria.

Cambios de la cara con la edad

La mandíbula es el hueso más dinámico, pues su tamaño y forma, y el número de dientes, experimentan cambios considerables con la edad. En el recién nacido, la mandíbula se compone de dos mitades unidas en el plano medio por una articulación cartilaginosa, la *sínfisis mandibular.* La unión de ambas mitades tiene lugar mediante fibrocartílago; comienza durante el 1.er año y ambas mitades se han fusionado hacia el final del 2.º año. En el recién nacido, el cuerpo de la mandíbula es un caparazón simple, carece de apófisis alveolares y cada mitad engloba cinco dientes deciduos. La erupción de estos dientes suele comenzar a los 6 meses de edad. El cuerpo de la mandíbula se alarga, sobre todo posteriormente al agujero mentoniano, para acomodar este desarrollo y más tarde alojar ocho dientes permanentes, cuya erup-

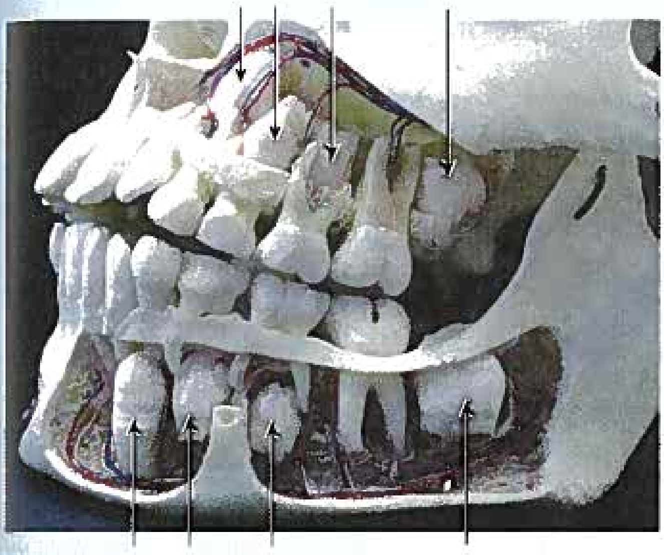
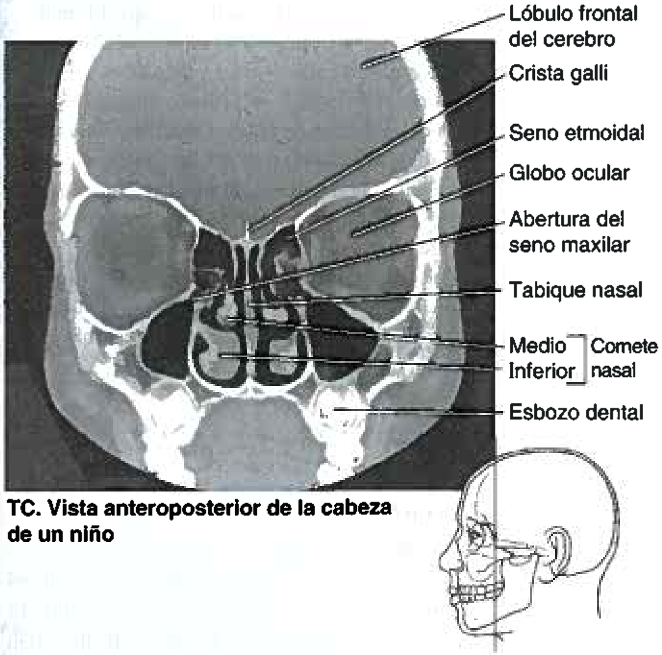


FIGURA C7-8. Vista lateral izquierda de la dentición. *Flechas,* dientes permanentes no erupcionados.

ción se inicia durante el 6.º año de vida (fig. C7-8). La erupción de los dientes permanentes no se completa hasta comienzos de la vida adulta.

El rápido crecimiento de la cara en el lactante y a comienzos de la niñez coincide con la erupción de los dientes deciduos. El crecimiento vertical de la parte alta de la cara se produce principalmente por el desarrollo dentoalveolar. Estos cambios son más acentuados tras la erupción de los dientes permanentes. El aumento concomitante de tamaño de las regiones frontal y facial se asocia con el crecimiento de los *senos paranasales*, extensiones de las cavidades nasales, llenas de aire, en ciertos huesos del cráneo (fig. C7-9). La mayoría de los senos paranasales son rudimentarios o se hallan ausentes al nacer. Su crecimiento es importante para modificar la forma de la cara y añadir resonancia a la voz.



TC. Vista anteroposterior de la cabeza de un niño

FIGURA C7-9.

Obliteración de las suturas craneales

La obliteración de las suturas entre los huesos de la calvaria suele iniciarse entre los 30 y 40 años de edad en la cara interna, y aproximadamente 10 años más tarde en la cara externa (fig. C7-10; cf. 7-8B). La obliteración comienza generalmente en el bregma y continúa de modo secuencial en las suturas sagital, coronal y lambdoidea.

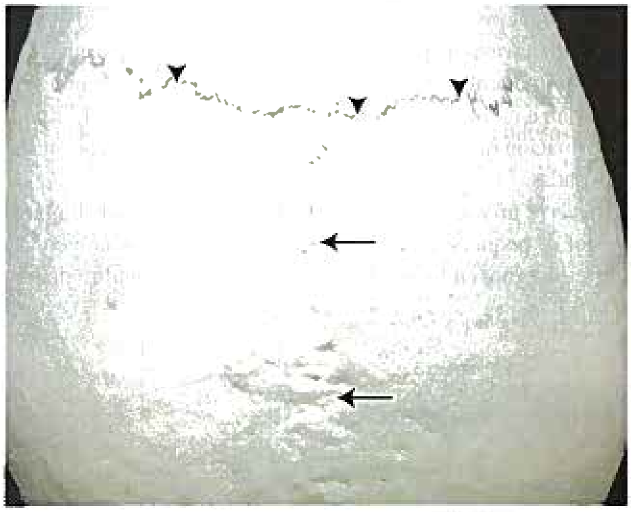


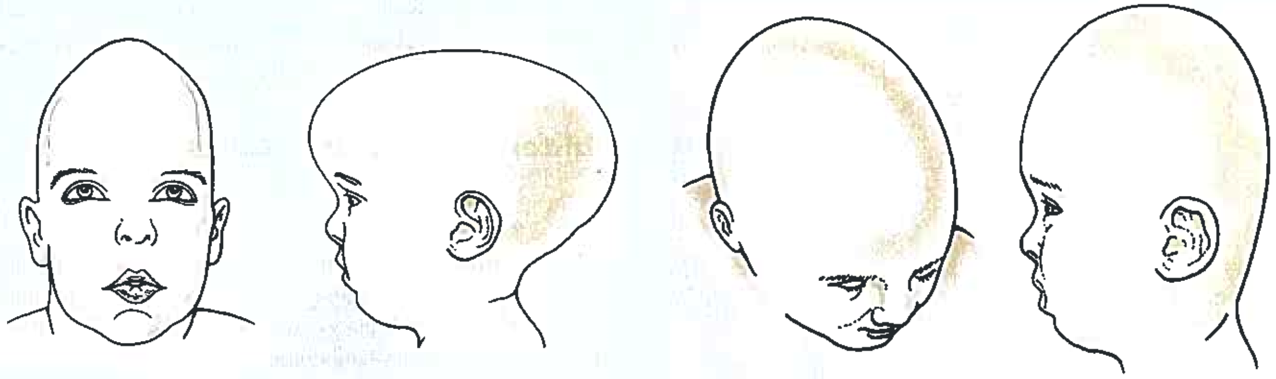
FIGURA C7-10. Cierre (sinostosis) de las suturas craneales. *Flechas,* sutura sagital; *puntas de flecha,* sutura coronal.

Cambios en el cráneo relacionados con la edad

A medida que aumenta la edad, los huesos craneales van siendo progresivamente más delgados y ligeros, y el diploe se llena de un material gelatinoso gris. La médula ósea ha perdido sus células sanguíneas y grasa, y adquiere un aspecto gelatinoso.

Craneosinostosis y malformaciones craneales

El cierre prematuro de las suturas craneales (*craneosinostosis primaria*) origina diversas malformaciones craneales (fig. C7-11). La incidencia de craneosinostosis primaria es de aproximadamente 1 por 2.000 nacimientos (Kliegman *et al.*, 2007). Aunque se desconoce la causa de la craneosinostosis, al parecer los factores genéticos son importantes. La hipótesis imperante es que el desarrollo anormal de la base del cráneo crea unas tensiones exageradas sobre la *duramadre* (membrana externa de cobertura del encéfalo), lo que altera el



(A) Escafoencefalia **(B) Plagiocefalia** **(C) Oxicefalia**

FIGURA C7-11.

desarrollo normal de las suturas craneales. Estas malformaciones son más frecuentes en el sexo masculino que en el femenino, y se asocian a menudo con otras anomalías esqueléticas. El tipo de malformación que se produce depende de cuáles sean las suturas interesadas.

El *cierre prematuro de la sutura sagital,* en el cual la fontanela anterior es pequeña o se halla ausente, da lugar a un cráneo alargado y estrecho, en forma de cuña, que recibe el nombre de *escafocefalia* (fig. C7-11A). Cuando el *cierre prematuro de las suturas coronal o lambdoidea* ocurre sólo en un lado, el cráneo es retorcido y asimétrico, lo que se conoce como *plagiocefalia* (fig. C7-11B). El *cierre prematuro de la sutura coronal* da lugar a un cráneo alto a modo de torre, denominado *oxicefalia* o *turricefalia* (fig. C7-11C). Este último tipo de malformación craneal es más frecuente en el sexo fenemino. El cierre prematuro de las suturas no afecta habitualmente al desarrollo del cerebro.

Puntos fundamentales

CRÁNEO

El cráneo es el esqueleto de la cabeza, una amalgama de componentes unidos para constituir una formación esquelética. ♦ Los componentes funcionales básicos incluyen el *neurocráneo,* que contiene el encéfalo y los oídos internos, y el *viscerocráneo,* compuesto por las órbitas, las cavidades nasales y las láminas portadoras de los dientes (apófisis alveolares) de la cavidad bucal. ♦ Aunque inicialmente hay un cierto grado de movilidad entre los huesos craneales, ventajosa durante el parto, más tarde se fijan entre sí mediante articulaciones esencialmente inmóviles (suturas), que sólo otorgan movilidad a la mandíbula. ♦ Abundantes fisuras y orificios facilitan la comunicación y el paso de las estructuras vasculonerviosas entre los componentes funcionales. ♦ La sustancia ósea del cráneo está distribuida de un modo desigual. Los relativamente delgados huesos planos (aunque la mayoría son curvados) proporcionan la fuerza necesaria para mantener las cavidades y proteger su contenido. ♦ Sin embargo, los huesos y las apófisis del neurocráneo también proporcionan inserción proximal a los potentes músculos masticadores que se insertan distalmente en la mandíbula. ♦ Las elevadas fuerzas de tracción que se generan a través de las cavidades nasales y las órbitas, que están interpuestas entre las inserciones musculares, se ejercen sobre porciones engrosadas y resistentes de los huesos, que forman potentes pilares o contrafuertes. ♦ La parte más superficial del cráneo proporciona puntos de referencia visibles y palpables.

Las características internas de la base del cráneo reflejan las principales formaciones del cerebro que descansan sobre ella. Las crestas óseas que irradian desde la silla turca o fosa hipofisaria, situada centralmente, dividen el cráneo en tres fosas. ♦ Los lóbulos frontales del cerebro están situados en la fosa craneal anterior. ♦ Los lóbulos temporales se hallan en la fosa craneal media. ♦ El rombencéfalo, compuesto por el puente, el cerebelo y la médula oblongada, ocupa la fosa craneal posterior; la médula oblongada continúa a través del agujero magno, donde establece continuidad con la médula espinal.

CARA Y CUERO CABELLUDO

Cara

La **cara** es la superficie anterior de la cabeza, desde la frente hasta el mentón y de una oreja a la otra. La cara nos proporciona identidad como individuos humanos. Por lo tanto, los defectos en esta región (malformaciones, cicatrices u otras alteraciones resultantes de procesos patológicos o traumatismos) tienen importantes consecuencias, más allá de sus efectos físicos.

La forma básica de la cara está determinada por los huesos subyacentes. La individualidad de la cara se debe principalmente a variaciones anatómicas: variaciones en la forma y prominencia relativa del cráneo subyacente; en el depósito de tejido adiposo; en el color y los efectos del envejecimiento sobre la piel suprayacente; y en la abundancia, naturaleza y disposición del pelo sobre la cara y el cuero cabelludo. El tamaño relativamente grande de las **almohadillas grasas de la mejilla** en el lactante evita el colapso de las mejillas durante la succión y confiere el aspecto de mejillas rechonchas. El crecimiento de los huesos de la cara requiere más tiempo que el de los huesos de la calvaria. El hueso etmoides, las cavidades orbitarias y las porciones superiores de las cavidades nasales casi han completado su crecimiento hacia el 7.º año. La expansión de las órbitas y el crecimiento del tabique nasal desplazan los maxilares inferoanteriormente. Durante la infancia se produce un considerable crecimiento de la cara, al desarrollarse los senos paranasales y hacer erupción los dientes permanentes.

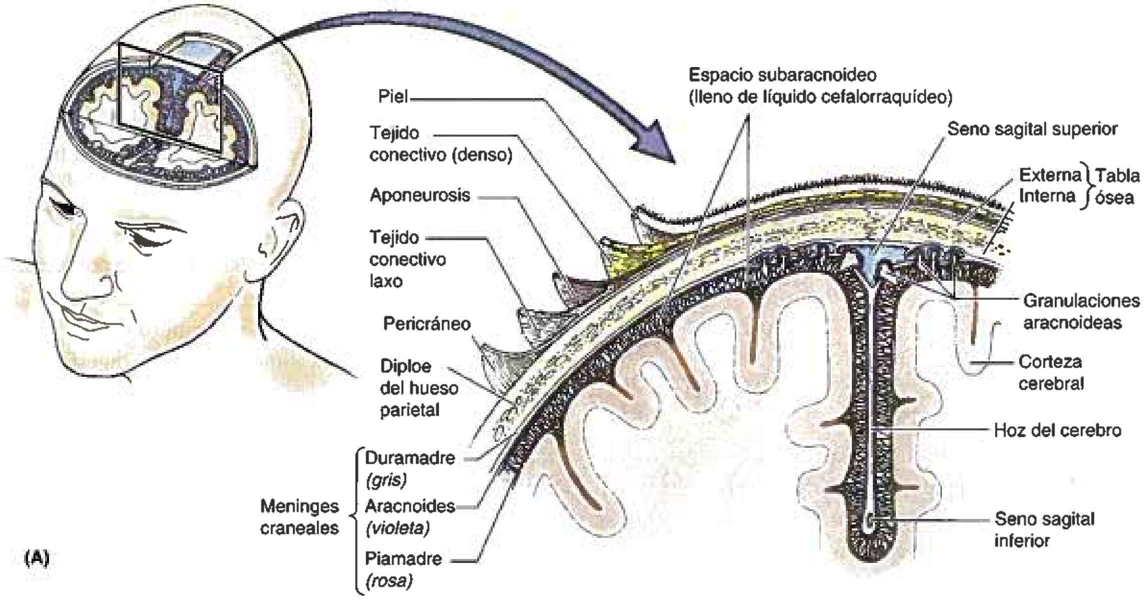
La cara desempeña un importante papel en la comunicación. Nuestras interacciones con otros tienen lugar en gran medida a través de la cara (incluidas las orejas); de aquí el término *interfaz* para un punto de interacciones. Mientras que la forma y los rasgos de la cara nos proporcionan nuestra identidad, gran parte de nuestro estado afectivo hacia los demás y de sus percepciones sobre nosotros son consecuencia del modo en que utilizamos los músculos faciales para establecer las ligeras modificaciones de los rasgos que constituyen la expresión facial.

Cuero cabelludo

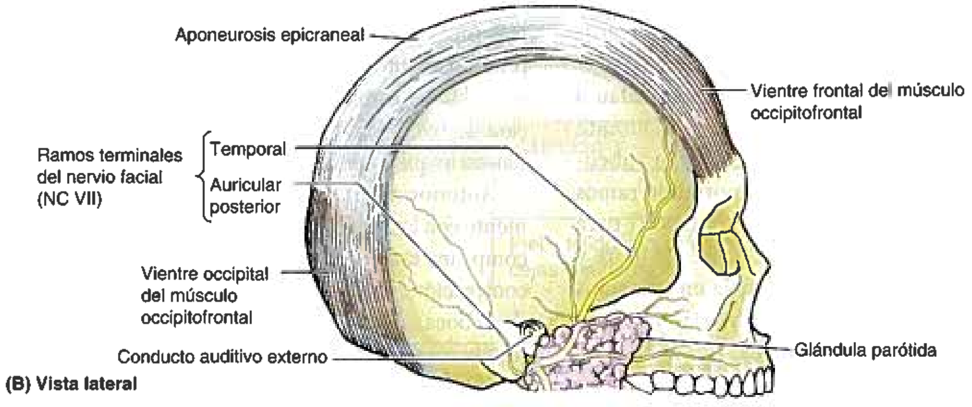
El **cuero cabelludo** se compone de piel (normalmente con cabello) y tejido subcutáneo que cubre el neurocráneo desde las líneas nucales superiores en el hueso occipital hasta los bordes supraorbitarios del hueso frontal (figs. 7-3 y 7-4A). Lateralmente, el cuero cabelludo se extiende sobre la fascia temporal hasta los arcos cigomáticos.

El cuero cabelludo se compone de cinco capas, de las cuales las tres primeras están conectadas íntimamente y se mueven como una sola unidad (p. ej., al arrugar la frente y mover el cuero cabelludo) (fig. 7-15A).

1. **Piel.** Delgada, excepto en la región occipital; contiene numerosas glándulas sudoríparas y sebáceas, y folículos pilosos. Posee


Piel
Tejido conectivo (denso)
Aponeurosis
Tejido conectivo laxo
Pericráneo
Diploe del hueso parietal
Meninges craneales
Duramadre (gris)
Aracnoides (violeta)
Piamadre (rosa)
(A)
Espacio subaracnoideo (lleno de líquido cefalorraquídeo)
Seno sagital superior
Externa
Interna
Tabla ósea
Granulaciones aracnoideas
Corteza cerebral
Hoz del cerebro
Seno sagital inferior

Sección coronal


Aponeurosis epicraneal
Ramos terminales del nervio facial (NC VII)
Temporal
Auricular posterior
Vientre occipital del músculo occipitofrontal
Conducto auditivo externo
Vientre frontal del músculo occipitofrontal
Glándula parótida

(B) Vista lateral

FIGURA 7-15. Capas del cuero cabelludo, cráneo y meninges. A. La piel está estrechamente unida a la aponeurosis epicraneal, que se mueve libremente sobre el pericráneo y el cráneo gracias al tejido conectivo laxo interpuesto. La aponeurosis es la aponeurosis epicraneal, el tendón plano intermedio del músculo occipitofrontal. Se muestran las meninges craneales y el espacio subaracnoideo (leptomeníngeo). **B.** Se muestra la inervación de los dos vientres del músculo occipitofrontal por los ramas temporal y auricular posterior del nervio facial.

una abundante irrigación arterial y un buen drenaje venoso y linfático.

2. **Tejido conectivo.** Forma la gruesa y densa capa subcutánea, ricamente vascularizada e inervada por los nervios cutáneos.
3. **Aponeurosis epicraneal.** Lámina tendinosa ancha y fuerte que cubre la calvaria y sirve de inserción para los vientres musculares que convergen desde la frente y el occipucio (el **músculo occipitofrontal**) (fig. 7-15B), y desde los huesos temporales de cada lado (los **músculos temporoparietal** y **auricular superior**). En conjunto, estas estructuras constituyen el **epicráneo** musculoaponeurótico. El vientre frontal del músculo occipitofrontal tracciona del cuero cabelludo anteriormente, arruga la frente y eleva las cejas; el vientre occipital de dicho músculo tracciona del cuero cabelludo posteriormente y alisa la piel de la frente. El músculo auricular superior (en realidad es la parte posterior especializada del músculo temporoparietal) eleva la oreja. Todas las partes del epicráneo están inervadas por el nervio facial.
4. **Tejido areolar laxo.** Es una capa de aspecto esponjoso que incluye espacios potenciales que pueden distenderse por la presencia de líquidos resultantes de traumatismos o infecciones. Esta capa permite el desplazamiento libre del **cuero cabelludo propiamente dicho** (las tres primeras capas: piel, tejido conectivo y aponeurosis epicraneal) sobre la calvaria subyacente.
5. **Pericráneo.** Es una capa densa de tejido conectivo que forma el periostio externo del neurocráneo. Está firmemente unido, pero puede desprenderse del cráneo con bastante facilidad en el sujeto vivo, excepto donde el pericráneo se continúa con el tejido fibroso de las suturas craneales.

Músculos de la cara y el cuero cabelludo

Los músculos faciales (músculos de la expresión facial) se hallan en el tejido subcutáneo de la parte anterior y posterior del cuero cabelludo, la cara y el cuello. Desplazan la piel y modifican las expresiones faciales para manifestar los estados de ánimo. La mayoría de los músculos se insertan en los huesos o la fascia, y su acción consiste en traccionar de la piel. Los músculos del cuero cabelludo y la cara se ilustran en la figura 7-16, y sus inserciones y acciones se describen en la tabla 7-3. Algunos músculos o grupos musculares se expondrán más adelante detalladamente.

Todos los músculos de la expresión facial se desarrollan a partir del mesodermo de los segundos arcos faríngeos. Durante el desarrollo embrionario se forma una lámina muscular subcutánea que se extiende sobre el cuello y la cara, portando ramos del nervio de dicho arco faríngeo (nervio facial, NC VII) para inervar todos los músculos formados a partir del arco (Moore y Persaud, 2008). La lámina muscular se diferencia en músculos que rodean los orificios faciales (boca, ojos y nariz) y actúan como mecanismos esfinterianos y dilatadores, que asimismo contribuyen a la expresión facial (fig. 7-17). Debido a su origen embrionario común, el platisma y los músculos faciales a menudo se fusionan y sus fibras con frecuencia están entremezcladas.

MÚSCULOS DEL CUERO CABELLUDO, LA FRENTE Y LAS CEJAS

El **occipitofrontal** es un músculo digástrico plano, con un **vientre occipital** y un **vientre frontal** que comparten un tendón común, la **aponeurosis epicraneal** (figs. 7-15 y 7-16A y B; tabla 7-3). Como la aponeurosis es una capa del cuero cabelludo, la contracción independiente del vientre occipital retrae el cuero cabelludo, y la contracción del vientre frontal lo desplaza hacia delante. Si actúan simultáneamente, el vientre occipital, con inserciones óseas, actúa sinérgicamente con el vientre frontal, que carece de dichas inserciones, para elevar las cejas y producir arrugas transversales en la frente, lo que otorga al rostro una expresión de sorpresa.

MÚSCULOS DE LA BOCA, LOS LABIOS Y LAS MEJILLAS

Los labios y la forma y el grado de apertura de la boca son importantes para hablar con claridad. Además, con las expresiones faciales añadimos énfasis a la comunicación vocal. Varios músculos modifican la forma de la boca y los labios al hablar y durante actividades como cantar, silbar y emplear la mímica facial. La forma de la boca y los labios se controlan mediante un grupo tridimensional de series musculares (fig. 7-16B y C; tabla 7-3):

- Elevadores, retractores y eversores del labio superior.
- Depresores, retractores y eversores del labio inferior.
- Orbicular de la boca, el esfínter situado alrededor de la boca.
- Buccinador en la mejilla.

En reposo, los labios se hallan en suave contacto y los dientes están juntos.

El **orbicular de la boca,** el primero de la serie de esfínteres asociados con el sistema alimentario (tubo digestivo), rodea la boca dentro de los labios y controla la entrada y salida a través de la **hendidura bucal.** El orbicular de la boca es importante durante la articulación de la palabra (habla).

El **buccinador** (del latín, trompetista) es un delgado músculo plano y rectangular que se inserta lateralmente en las apófisis alveolares del maxilar y la mandíbula, en oposición a los dientes molares, y en el **rafe pterigomandibular,** un engrosamiento tendinoso de la fascia bucofaríngea que separa y da origen posteriormente al músculo constrictor superior de la faringe. Ocupa un plano situado más profundo y medial que los otros músculos faciales, pues pasa profundamente con respecto a la mandíbula, y por lo tanto está más estrechamente relacionado con la mucosa bucal que con la piel de la cara. El buccinador, activo al sonreír, mantiene también las mejillas tensas, lo que impide que se plieguen y lesionen al masticar.

Anteriormente, las fibras del buccinador se mezclan medialmente con las del orbicular de la boca, y el tono de los dos músculos comprime las mejillas y los labios contra los dientes y las encías. La contracción tónica del buccinador, y especialmente del orbicular de la boca, aporta una suave pero continua resistencia frente a la tendencia de los dientes a ladearse hacia fuera. Si el labio superior es corto o hay retractores que eliminan esta fuerza, aparece protrusión de los dientes.

El orbicular de la boca (desde la cara labial) y el buccinador (desde la cara vestigular) actúan conjuntamente con la lengua

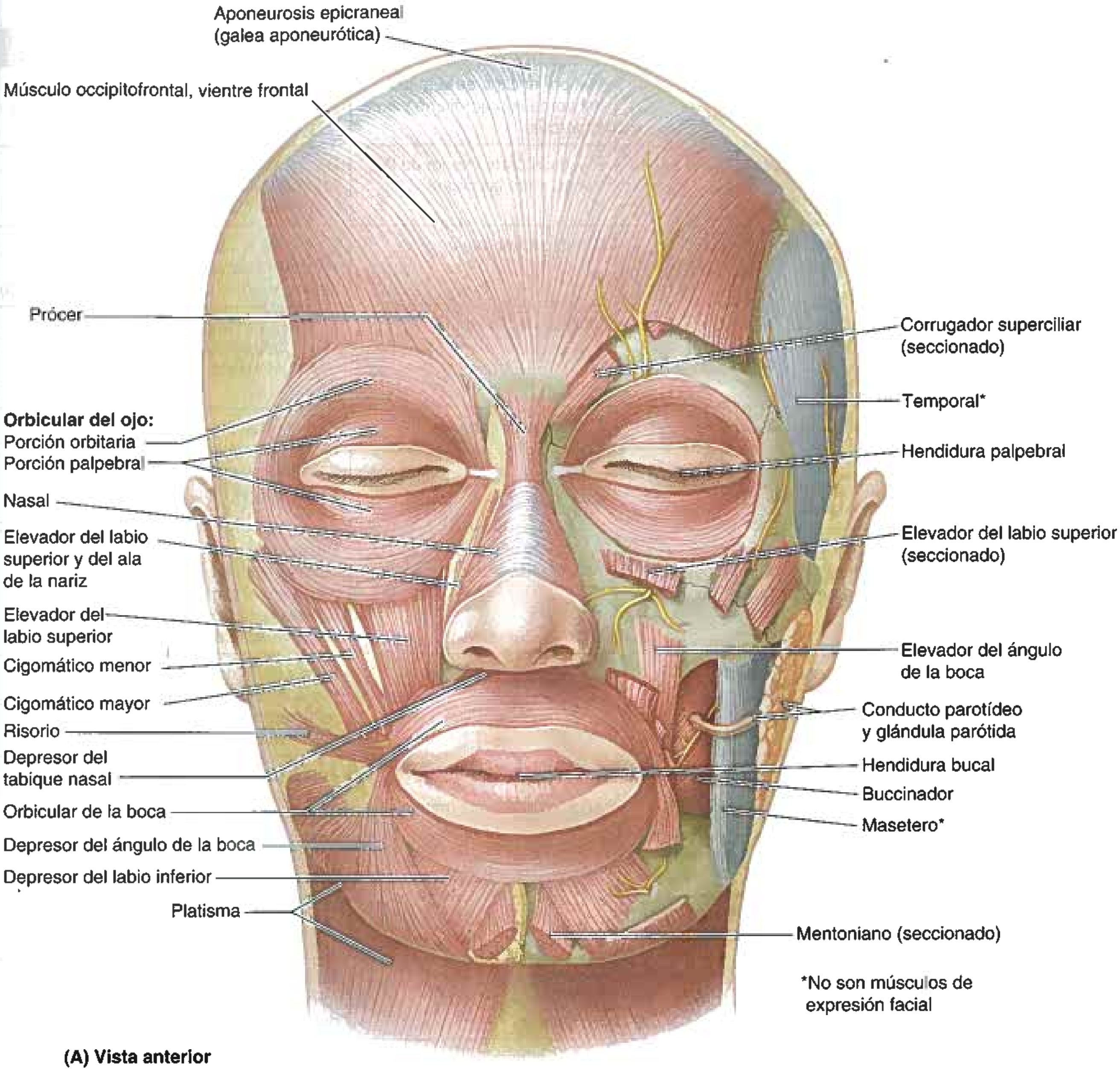

Aponeurosis epicraneal (galea aponeurótica)
Músculo occipitofrontal, vientre frontal
Prócer
Orbicular del ojo:
Porción orbitaria
Porción palpebral
Nasal
Elevador del labio superior y del ala de la nariz
Elevador del labio superior
Cigomático menor
Cigomático mayor
Risorio
Depresor del tabique nasal
Orbicular de la boca
Depresor del ángulo de la boca
Depresor del labio inferior
Platisma
Corrugador superciliar (seccionado)
Temporal*
Hendidura palpebral
Elevador del labio superior (seccionado)
Elevador del ángulo de la boca
Conducto parotídeo y glándula parótida
Hendidura bucal
Buccinador
Masetero*
Mentoniano (seccionado)
*No son músculos de expresión facial
(A) Vista anterior

FIGURA 7-16. **Músculos de la cara y el cuero cabelludo** *(continúa en p. 847).*

TABLA 7-3. MÚSCULOS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO

Músculo[a]	**Origen**	**Inserción**	**Acción(es) principal(es)**
Occipitofrontal			
Vientre frontal[2]	Aponeurosis epicraneal	Piel y tejido subcutáneo de las cejas y la frente	Eleva las cejas y arruga la piel de la frente; tira del cuero cabelludo hacia delante (para indicar sorpresa o curiosidad)
Vientre occipital[1]	Dos tercios laterales de la línea nucal superior	Aponeurosis epicraneal	Retrae el cuero cabelludo; aumenta la eficacia del vientre frontal
Orbicular del ojo[2,3]	Borde medial de la órbita; ligamento palpebral medial; hueso lagrimal	Piel alrededor del borde de la órbita; tarsos superior e inferior	Cierra los párpados; la porción palpebral lo hace suavemente; la porción orbitaria, firmemente (parpadeo)

(continúa)

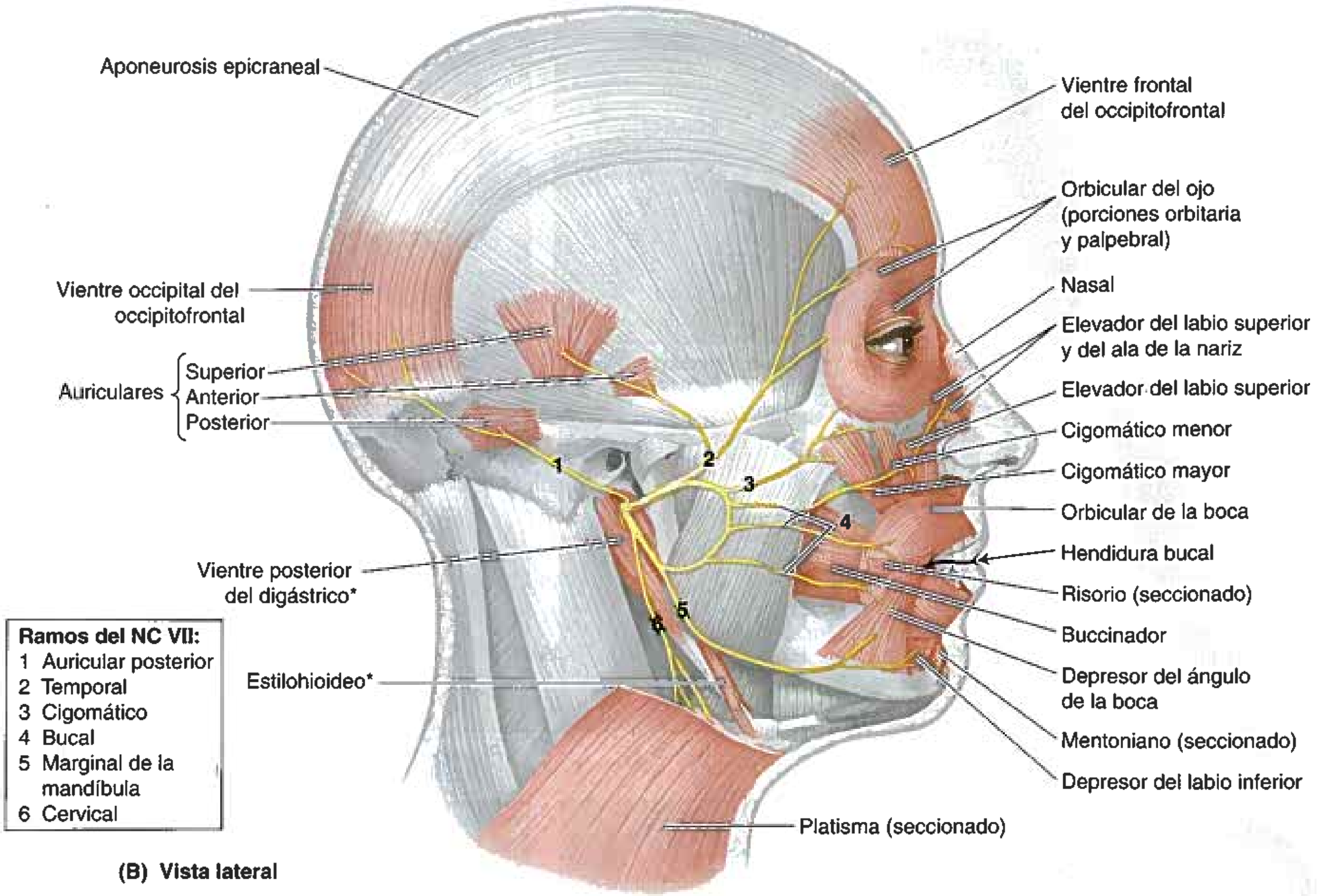
TABLA 7-3. MÚSCULOS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO *(Continuación)*

Músculo[a]	Origen	Inserción	Acción(es) principal(es)
Corrugador superciliar[2]	Extremo medial del arco superciliar	Piel por encima de la mitad del borde supraorbitario y arco superciliar	Arrastra las cejas medial e inferiormente, creando arrugas verticales por encima de la nariz (para expresar preocupación)
Prócer más porción transversa del nasal[4]	Aponeurosis que cubre el hueso nasal y el cartílago nasal lateral	Piel de la parte inferior de la frente, entre las cejas	Desciende el extremo medial de la ceja; arruga la piel sobre el dorso de la nariz (para expresar desdén o disgusto)
Porción alar del nasal más elevador del labio superior y del ala de la nariz[4]	Apófisis frontal del maxilar (borde inferomedial de la órbita)	Cartílago alar mayor	Desciende el ala lateralmente, dilatando la abertura nasal anterior («ensanchamiento de las narinas», como en el esfuerzo o la ira)
Orbicular de la boca[4]	Parte medial del maxilar y de la mandíbula; cara profunda de la piel peribucal; ángulo de la boca	Mucosa de los labios	Cierra la hendidura bucal; la contracción fásica comprime y protruye los labios (beso), o resiste la distensión (cuando se sopla)
Elevador del labio superior[4]	Borde infraorbitario (maxilar)	Piel del labio superior	Forma parte de los dilatadores de la boca; retrae (eleva) y/o produce la eversión del labio superior; profundiza el surco nasolabial (al mostrar tristeza)
Cigomático menor[4]	Cara anterior del hueso cigomático		
Buccinador[4]	Mandíbula, apófisis alveolares del maxilar y la mandíbula; rafe pterigomandibular	Ángulo de la boca (modiolo); orbicular de la boca	Presiona la mejilla contra los dientes molares; actúa con la lengua para mantener el alimento entre las caras oclusales y lo extrae del vestíbulo bucal; resiste la distensión (cuando se sopla)
Cigomático mayor[4]	Cara lateral del hueso cigomático	Ángulo de la boca (modiolo)	Forma parte de los dilatadores de la boca; eleva la comisura labial: bilateralmente, para sonreír (felicidad); unilateralmente, para burlarse (desdén)
Elevador del ángulo de la boca[4]	Porción infraorbitaria del maxilar (fosa canina)		Forma parte de los dilatadores de la boca; ensancha la hendidura bucal (como al hacer muecas)
Risorio[4]	Fascia parotídea y piel de la mejilla (muy variable)		Forma parte de los dilatadores de la boca; desciende la comisura labial bilateralmente para expresar desagrado
Depresor del ángulo de la boca[5]	Base anterolateral de la mandíbula		
Depresor del labio inferior[5]	Platisma y parte anterolateral del cuerpo de la mandíbula	Piel del labio inferior	Forma parte de los dilatadores de la boca; retrae (desciende) y/o produce la eversión del labio inferior (mohín, tristeza)
Mentoniano[5]	Cuerpo de la mandíbula (anterior a las raíces de los incisivos inferiores)	Piel de la barbilla (surco mentolabial)	Eleva y protruye el labio inferior; eleva la piel de la barbilla (para indicar duda)
Platisma[6]	Tejido subcutáneo de las regiones infraclavicular y supraclavicular	Base de la mandíbula; piel de la mejilla y labio inferior; ángulo de la boca (modiolo); orbicular de la boca	Desciende la mandíbula (contra resistencia); tensa la piel de la parte inferior de la cara y el cuello (para transmitir tensión y estrés)

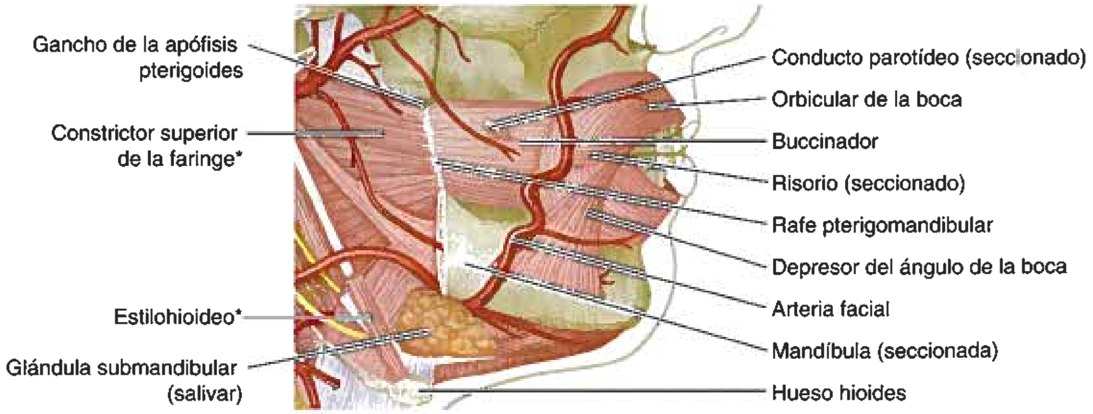
[a] Todos los músculos de la cara están inervados por el nervio facial (NC VII) a través de su ramo auricular posterior (1) o de los ramos temporal (2), cigomático (3), bucal (4), marginal de la mandíbula (5) o cervical (6) del plexo parotídeo.

(desde la cara lingual) para mantener el alimento entre las caras oclusales de los dientes durante la masticación y para evitar que se acumule en el vestíbulo bucal. El buccinador también ayuda a que las mejillas resistan las fuerzas generadas al silbar y succionar. El nombre de este músculo se debe a que comprime las mejillas al soplar (p. ej., cuando un músico toca un instrumento de viento). Algunos trompetistas (notablemente el difunto Dizzy Gillespie) distienden los buccinadores y otros músculos de las mejillas de tal modo que las hinchan extraordinariamente al soplar con fuerza en sus instrumentos.

Diversos músculos dilatadores divergen desde los labios y los ángulos de la boca, de modo algo parecido a los radios de una rueda, y retraen los distintos bordes de la *hendidura bucal*, ya sea colectivamente, en grupos o de modo individual. Lateralmente a


Aponeurosis epicraneal
Vientre frontal del occipitofrontal
Orbicular del ojo (porciones orbitaria y palpebral)
Nasal
Elevador del labio superior y del ala de la nariz
Elevador del labio superior
Cigomático menor
Cigomático mayor
Orbicular de la boca
Hendidura bucal
Risorio (seccionado)
Buccinador
Depresor del ángulo de la boca
Mentoniano (seccionado)
Depresor del labio inferior
Platisma (seccionado)
Vientre occipital del occipitofrontal
Auriculares
Superior
Anterior
Posterior
Vientre posterior del digástrico*
Estilohioideo*
1
2
3
4
5
6
Ramos del NC VII:
1 Auricular posterior
2 Temporal
3 Cigomático
4 Bucal
5 Marginal de la mandíbula
6 Cervical

(B) Vista lateral


Gancho de la apófisis pterigoides
Constrictor superior de la faringe*
Estilohioideo*
Glándula submandibular (salivar)
Conducto parotídeo (seccionado)
Orbicular de la boca
Buccinador
Risorio (seccionado)
Rafe pterigomandibular
Depresor del ángulo de la boca
Arteria facial
Mandíbula (seccionada)
Hueso hioides

(C) Vista lateral de las regiones labial y de la mejilla

*No son músculos de expresión facial

FIGURA 7-16. *(Continuación.)*

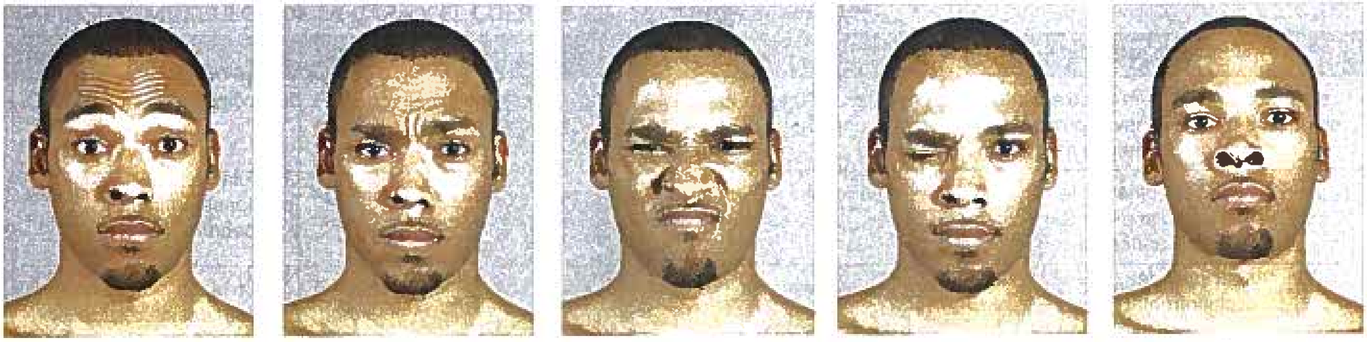
los ángulos de la boca, o **comisuras de los labios** (las uniones de los labios superior e inferior), las fibras de hasta nueve músculos faciales se entrelazan o unen en una formación muy diversa y multiplanar que se denomina **modiolo,** causante en gran parte de la existencia de hoyuelos en muchos individuos.

El **platisma** es una lámina muscular ancha y delgada en el tejido subcutáneo del cuello (fig. 7-16A y B; tabla 7-3). Los bordes anteriores de los dos músculos se decusan sobre el mentón y se mezclan con los músculos faciales. Al actuar desde su inserción superior, el platisma tensa la piel, provoca crestas cutáneas verticales, expresa un gran estrés y libera la presión sobre las venas superficiales. Al actuar desde su inserción inferior, el platisma ayuda a deprimir la mandíbula y los ángulos de la boca, como en una mueca.

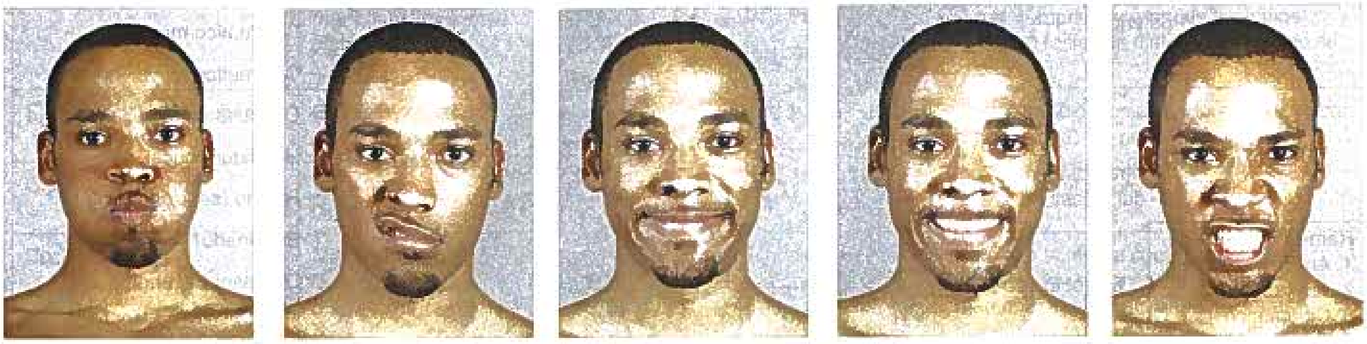
MÚSCULOS DE LA ENTRADA DE LA ÓRBITA

La función de los párpados es proteger el globo ocular de los traumatismos y la luz excesiva. Los párpados también mantienen húmeda la córnea, al extender las lágrimas.

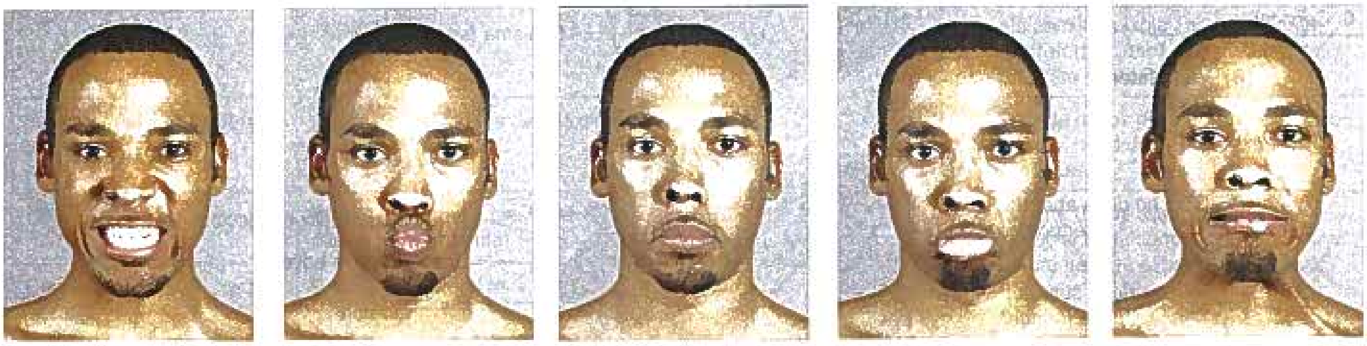
El **orbicular del ojo** cierra los párpados y arruga verticalmente la frente (figs. 7-16A y B, y 7-18; tabla 7-3). Sus fibras se



Occipitofrontal | Corrugador superciliar | Prócer + porción transversa del nasal | Orbicular del ojo | Elevador del labio superior y del ala de la nariz + porción alar del nasal



Buccinador + orbicular de la boca | Cigomáticos mayor + menor | Risorio | Risorio + depresor del labio inferior | Elevador del labio superior + depresor del labio inferior



Dilatadores de la boca: risorio + elevador del labio superior + depresor del labio inferior | Orbicular de la boca | Depresor del ángulo de la boca | Mentoniano | Platisma

FIGURA 7-17. Músculos de expresión facial en acción. Estos músculos son esfínteres superficiales y dilatadores de los orificios de la cabeza. Los músculos de la cara, inervados por el nervio facial (NC VII), se insertan en la piel del rostro y la mueven, dando lugar a numerosas expresiones faciales.

distribuyen en círculos concéntricos alrededor del borde de la cavidad orbitaria y los párpados. La contracción de estas fibras estrecha la **hendidura palpebral** (abertura entre los párpados) y ayuda al flujo de lágrimas; para ello, los párpados se unen primero lateralmente y luego se va cerrando la hendidura palpebral en dirección medial. El músculo orbicular del ojo se compone de tres porciones:

1. *Porción palpebral.* Se origina en el **ligamento palpebral medial** y está localizada principalmente dentro de los párpados; cierra suavemente los párpados (como al parpadear o dormir) para evitar que se desequen las córneas.
2. *Porción lagrimal.* Discurre posteriormente al *saco lagrimal*; cierra los párpados medialmente y ayuda al drenaje de las lágrimas.
3. *Porción orbitaria.* Está superpuesta al borde de la cavidad orbitaria y se inserta medialmente en el frontal y el maxilar; cierra fuertemente los párpados (como al hacer un guiño o al entrecerrar los ojos) para proteger los ojos frente al resplandor o el polvo.

Cuando se contraen de modo simultáneo las tres porciones del orbicular, los ojos quedan firmemente cerrados (figs. 7-17 y 7-18C).

MÚSCULOS DE LA NARIZ Y LAS OREJAS

Como se comenta en el cuadro azul «Ensanchamiento de las narinas» (p. 861), los músculos de la nariz pueden aportar datos sobre el tipo de respiración. Por otra parte, aunque estos músculos son funcionalmente importantes en ciertos mamíferos (elefantes, tapires, conejos y algunos mamíferos acuáticos que se sumergen), care-

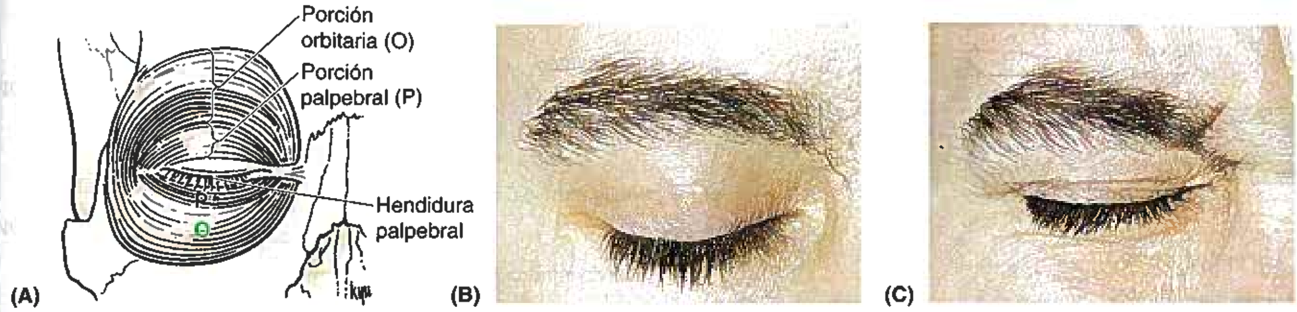


FIGURA 7-18. **Disposición y acciones del músculo orbicular del ojo. A.** Porciones orbitaria y palpebral del orbicular del ojo. **B.** La porción palpebral cierra suavemente los párpados. **C.** La porción orbitaria cierra fuertemente los ojos.

cen relativamente de importancia en los humanos, excepto por lo que respecta a la expresión facial y al campo especializado de la cirugía plástica estética. Los músculos de las orejas, importantes en los animales capaces de aguzar o dirigir las orejas hacia la fuente del sonido, tienen aún menos trascendencia en el ser humano.

Nervios de la cara y el cuero cabelludo

La inervación cutánea (sensitiva) de la cara y la parte anterosuperior del cuero cabelludo procede principalmente del *nervio trigémino* (NC V), mientras que la inervación motora de los músculos faciales corre a cargo del *nervio facial* (NC VII).

NERVIOS CUTÁNEOS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO

El **nervio trigémino** (NC V) se origina en la parte lateral del puente mesencefálico mediante dos raíces, motora y sensitiva, comparables a las raíces motora (anterior) y sensitiva (posterior) de los nervios espinales. La raíz sensitiva del NC V se compone de las prolongaciones centrales de neuronas pseudomonopolares localizadas en un ganglio sensitivo (el **ganglio del trigémino**) situado en el extremo distal de la raíz; este ganglio queda cortocircuitado por los axones de las neuronas multipolares, constitutivos de la raíz motora. El NC V es el nervio sensitivo de la cara y el nervio motor de los músculos masticadores y de otros varios pequeños músculos (fig. 7-19).

Las prolongaciones periféricas de las neuronas del ganglio trigémino constituyen tres divisiones del nervio: el *nervio oftálmico* (NC V_1), el *nervio maxilar* (NC V_2) y el componente sensitivo del *nervio mandibular* (NC V_3). La denominación de estos nervios corresponde a sus principales áreas terminales: ojo, maxilar y mandíbula, respectivamente. Las dos primeras divisiones (nervios oftálmico y maxilar) son completamente sensitivas. El nervio mandibular es principalmente sensitivo, pero recibe las fibras (axones) motoras de la raíz motora del NC V que inervan principalmente los músculos de la masticación. Los nervios cutáneos derivados de cada división del NC V se ilustran en la figura 7-20, y el origen, el recorrido y la distribución de cada nervio se describen en la tabla 7-4.

Los nervios cutáneos del cuello se solapan con los de la cara. Los ramos cutáneos de los nervios cervicales procedentes del *plexo cervical* se extienden sobre la cara posterior del cuello y el cuero cabelludo. El **nervio auricular mayor,** en particular, inerva la cara inferior de la oreja y gran parte de la región parotídea de la cara (el área que cubre el ángulo de la mandíbula).

NERVIO OFTÁLMICO

El **nervio oftálmico** (NC V_1), división superior del nervio trigémino, es la más pequeña de las tres divisiones del NC V. Se origina en el ganglio del trigémino como un nervio totalmente sensitivo, e inerva el área de piel derivada de la *prominencia frontonasal* embrionaria (Moore y Persaud, 2008). Al penetrar en la órbita a través de la *fisura orbitaria superior,* el NC V_1 se trifurca en los nervios frontal, nasociliar y lagrimal (fig. 7-19). A excepción del nervio nasal externo, los ramos cutáneos del NC V_1 alcanzan la piel de la cara a través de la entrada de la órbita (fig. 7-21).

El **nervio frontal,** el ramo más voluminoso procedente de la trifurcación del NC V_1, discurre a lo largo del techo de la órbita hacia la entrada de la órbita y se bifurca aproximadamente a mitad de su camino en los **nervios supraorbitario** y **supratroclear,** que se distribuyen por la frente y el cuero cabelludo (figs. 7-21 y 7-22).

El **nervio nasociliar,** el ramo de tamaño intermedio de la trifurcación del NC V_1, suministra ramos al globo ocular y se divide dentro de la órbita en los nervios etmoidal posterior, etmoidal anterior e infratroclear (fig. 7-19). Los *nervios etmoidales posterior y anterior* abandonan la órbita; este último sigue un circuito que pasa por las cavidades craneal y nasal. Su ramo terminal, el **nervio nasal externo,** es un nervio cutáneo que inerva la parte externa de la nariz. El **nervio infratroclear** es un ramo terminal del nervio nasociliar, del cual constituye su principal ramo cutáneo.

El **nervio lagrimal,** el ramo más pequeño procedente de la trifurcación del NC V_1, es principalmente un ramo cutáneo, pero también, por vía de un ramo comunicante, lleva algunas fibras secretomotoras procedentes de un ganglio relacionado con el nervio maxilar, para inervar la glándula lagrimal (figs. 7-20 y 7-21).

NERVIO MAXILAR

El *nervio maxilar* (NC V_2), la división intermedia del nervio trigémino, se origina también como un nervio completamente sensitivo (fig. 7-19), discurre anteriormente al ganglio del trigémino y sale del cráneo a través del *agujero redondo,* en la base del ala mayor del esfenoides (figs. 7-10 A y C, 7-11 y 7-12A; tabla 7-2). Penetra en la *fosa pterigopalatina,* donde emite ramos para el *ganglio pterigopa-*

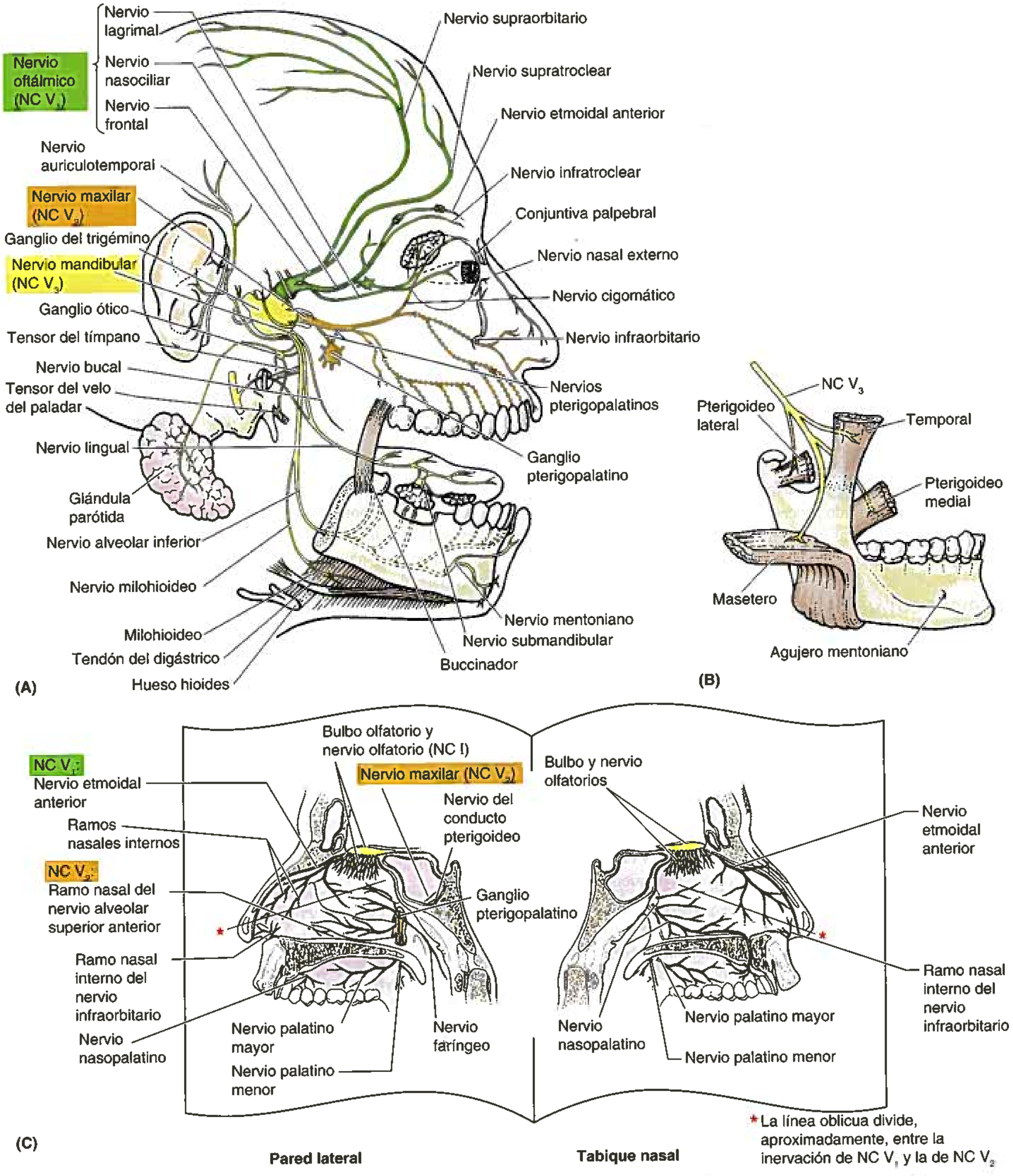
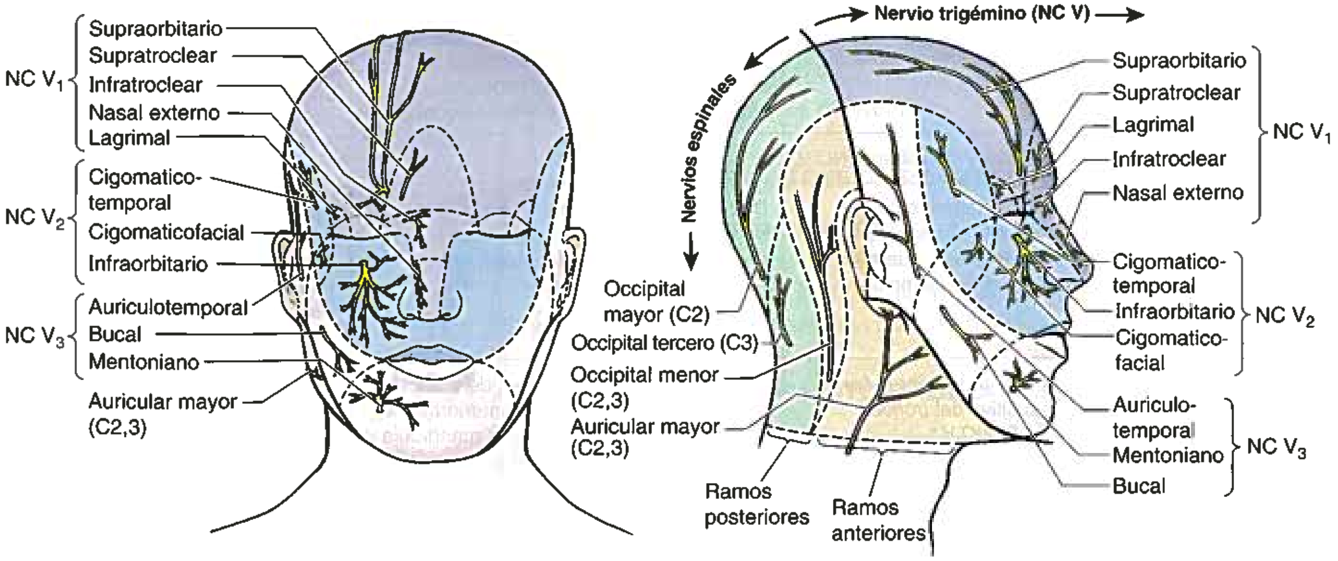

Nervio lagrimal
Nervio oftálmico (NC V_1)
Nervio nasociliar
Nervio frontal
Nervio auriculotemporal
Nervio maxilar (NC V_2)
Ganglio del trigémino
Nervio mandibular (NC V_3)
Ganglio ótico
Tensor del tímpano
Nervio bucal
Tensor del velo del paladar
Nervio lingual
Glándula parótida
Nervio alveolar inferior
Nervio milohioideo
Milohioideo
Tendón del digástrico
Hueso hioides
(A)
Nervio supraorbitario
Nervio supratroclear
Nervio etmoidal anterior
Nervio infratroclear
Conjuntiva palpebral
Nervio nasal externo
Nervio cigomático
Nervio infraorbitario
Nervios pterigopalatinos
Ganglio pterigopalatino
Nervio mentoniano
Nervio submandibular
Buccinador
NC V_3
Pterigoideo lateral
Temporal
Pterigoideo medial
Masetero
Agujero mentoniano
(B)
NC V_1:
Nervio etmoidal anterior
Ramos nasales internos
NC V_2:
Ramo nasal del nervio alveolar superior anterior
Ramo nasal interno del nervio infraorbitario
Nervio nasopalatino
Bulbo olfatorio y nervio olfatorio (NC I)
Nervio maxilar (NC V_2)
Nervio del conducto pterigoideo
Ganglio pterigopalatino
Nervio palatino mayor
Nervio palatino menor
Nervio faríngeo
Bulbo y nervio olfatorios
Nervio etmoidal anterior
Ramo nasal interno del nervio infraorbitario
Nervio nasopalatino
Nervio palatino mayor
Nervio palatino menor
(C)
Pared lateral
Tabique nasal
*La línea oblicua divide, aproximadamente, entre la inervación de NC V_1 y la de NC V_2

FIGURA 7-19. Distribución del nervio trigémino (NC V). A. Las tres divisiones del NC V se originan a partir del ganglio del trigémino. Además de éste, un ganglio sensitivo (similar a los ganglios sensitivos de los nervios espinales) y cuatro ganglios parasimpáticos (tres de los cuales se muestran aquí) se asocian a los ramos del nervio trigémino. **B.** Ramos del nervio mandibular (NC V_3) llegan a los músculos de la masticación. **C.** Esta imagen a modo de «libro abierto» de la pared lateral y el tabique de la cavidad nasal derecha muestra la distribución superficial y profunda de las divisiones NC V_1 y NC V_2 (e incidentalmente NC I) en la cavidad nasal y en la parte superior de la cavidad bucal, en y junto a la línea media de la cabeza.


NC V1
Supraorbitario
Supratroclear
Infratroclear
Nasal externo
Lagrimal
NC V2
Cigomatico-
temporal
Cigomaticofacial
Infraorbitario
NC V3
Auriculotemporal
Bucal
Mentoniano
Auricular mayor
(C2,3)
Nervio trigémino (NC V)
Nervios espinales
Occipital
mayor (C2)
Occipital tercero (C3)
Occipital menor
(C2,3)
Auricular mayor
(C2,3)
Ramos
posteriores
Ramos
anteriores
Supraorbitario
Supratroclear
Lagrimal
Infratroclear
Nasal externo
NC V1
Cigomatico-
temporal
Infraorbitario
Cigomatico-
facial
NC V2
Auriculo-
temporal
Mentoniano
Bucal
NC V3

Vista anterior **Vista lateral**

FIGURA 7-20. Nervios cutáneos de la cara y el cuero cabelludo.

TABLA 7-4. NERVIOS CUTÁNEOS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Nervios cutáneos derivados del nervio oftálmico (NC V_1)			
Supraorbitario	Ramo mayor de la bifurcación del *nervio frontal*, aproximadamente en el centro del techo de la órbita	Se continúa anteriormente a lo largo del techo de la órbita; emerge a través de la escotadura o agujero supraorbitario; asciende por la frente y se ramifica	Mucosa del *seno frontal;* piel y conjuntiva del centro del *párpado superior;* piel y pericráneo de la *parte anterolateral de la frente* y cuero cabelludo hasta el vértice (línea interauricular)
Supratroclear	Ramo menor de la bifurcación del *nervio frontal*, aproximadamente en el centro del techo de la órbita	Se continúa anteromedialmente a lo largo del techo de la órbita, pasa lateral a la tróclea y asciende por la frente	Piel y conjuntiva de la parte medial del *párpado superior;* piel y pericráneo de la *parte anteromedial de la frente*
Lagrimal	Ramo menor de la trifurcación del *NC V_1*, proximal a la fisura orbitaria superior	Discurre superolateralmente a través de la órbita, recibiendo fibras secretomotoras a través de un ramo comunicante del nervio cigomaticotemporal	*Glándula lagrimal* (fibras secretomotoras); pequeña área de piel y conjuntiva de la *parte lateral del párpado superior*
Infratroclear	Ramo terminal (con el nervio etmoidal anterior) del *nervio nasociliar*	Sigue la pared medial de la órbita y pasa inferior a la tróclea	Piel lateral a la *raíz de la nariz;* piel y conjuntiva de los *párpados adyacentes al ángulo medial del ojo, saco lagrimal* y *carúncula lagrimal*
Nasal externo	Ramo terminal del *nervio etmoidal anterior*	Emerge de la cavidad nasal entre el hueso nasal y el cartílago nasal lateral	Piel del *ala, vestíbulo* y *dorso de la nariz*, incluido el *vértice*
Nervios cutáneos derivados del nervio maxilar (NC V_2)			
Infraorbitario	Continuación del *NC V_2* distal a su entrada en la órbita a través de la fisura orbitaria inferior	Atraviesa el surco y el conducto infraorbitarios en el suelo de la órbita, dando origen a ramos alveolares superiores; luego emerge a través del agujero infraorbitario; se divide inmediatamente en ramos palpebrales inferiores, nasales externos e internos, y labiales superiores	Mucosa del *seno maxilar; dientes premolares, canino* e *incisivos maxilares*; piel y conjuntiva del *párpado inferior*, piel de la *mejilla, parte lateral de la nariz* y *parte anteroinferior del tabique nasal;* piel y mucosa bucal del *labio superior*
Cigomaticofacial	Ramo terminal de menor tamaño (con el nervio cigomaticotemporal) del *nervio cigomático*	Atraviesa el conducto cigomaticofacial en el hueso cigomático en el ángulo inferolateral de la órbita	Piel sobre el *pómulo*

(continúa)

TABLA 7-4. NERVIOS CUTÁNEOS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO *(Continuación)*

Nervio	Origen	Recorrido	Distribución
Cigomaticotemporal	Ramo terminal de mayor tamaño (con el nervio cigomaticofacial) del *nervio cigomático*	En la órbita emite un ramo comunicante al nervio lagrimal; luego pasa hacia la fosa temporal a través del conducto cigomaticotemporal en el hueso cigomático	Piel de la *parte anterior de la fosa temporal*
Nervios cutáneos derivados del nervio mandibular (NC V_3)			
Auriculotemporal	En la fosa infratemporal, por medio de dos raíces del *tronco posterior del NC V_3* que rodean la arteria meníngea media	Discurre posteriormente profundo a la rama de la mandíbula y superior a la parte profunda de la glándula parótida, y emerge posterior a la articulación temporomandibular	Piel anterior a la oreja y a los dos tercios de la *región temporal;* piel del trago y hélix adyacente de la oreja; piel del techo del *conducto auditivo externo;* piel de la parte superior de la *membrana timpánica*
Bucal	En la fosa infratemporal, como ramo sensitivo del *tronco anterior del NC V_3*	Pasa entre las dos porciones del músculo pterigoideo lateral, emerge anteriormente de la cubierta de la rama de la mandíbula y el masetero, y se une con ramos bucales del nervio facial	Piel y mucosa bucal de la *mejilla* (sobre y profunda con respecto a la parte anterior del buccinador); *encía bucal* adyacente al segundo y tercer molares
Mentoniano	Ramo terminal del *nervio alveolar inferior* (NC V_3)	Emerge del conducto mandibular a través del agujero mentoniano en la cara anterolateral del cuerpo de la mandíbula	Piel del *mentón;* mucosa bucal del *labio inferior*
Nervios cutáneos derivados de ramos anteriores de nervios espinales cervicales			
Auricular mayor	Nervios espinales C2 y C3 a través del plexo cervical	Asciende verticalmente sobre el esternocleidomastoideo, posterior a la vena yugular externa	Piel que recubre el ángulo de la mandíbula e inferior al lóbulo de la oreja; fascia parotídea
Occipital menor		Sigue el borde posterior del esternocleidomastoideo; luego asciende posterior a la oreja	Cuero cabelludo posterior a la oreja
Nervios cutáneos derivados de ramos posteriores de nervios espinales cervicales			
Occipital mayor	Como ramo medial del ramo posterior del nervio espinal C2	Emerge entre el axis y el oblicuo inferior de la cabeza; luego atraviesa el trapecio	Cuero cabelludo de la región occipital
Occipital tercero	Como ramo lateral del ramo posterior del nervio espinal C3	Atraviesa el trapecio	Cuero cabelludo de las regiones occipital inferior y suboccipital

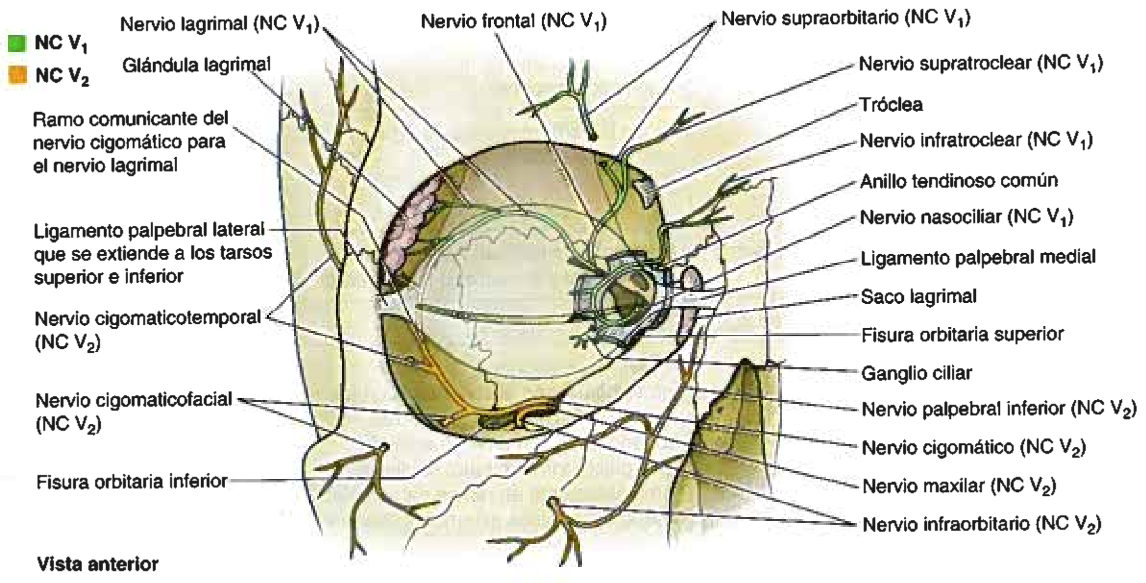

🟩 NC V_1
🟧 NC V_2
Nervio lagrimal (NC V_1)
Glándula lagrimal
Ramo comunicante del nervio cigomático para el nervio lagrimal
Ligamento palpebral lateral que se extiende a los tarsos superior e inferior
Nervio cigomaticotemporal (NC V_2)
Nervio cigomaticofacial (NC V_2)
Fisura orbitaria inferior
Vista anterior
Nervio frontal (NC V_1)
Nervio supraorbitario (NC V_1)
Nervio supratroclear (NC V_1)
Tróclea
Nervio infratroclear (NC V_1)
Anillo tendinoso común
Nervio nasociliar (NC V_1)
Ligamento palpebral medial
Saco lagrimal
Fisura orbitaria superior
Ganglio ciliar
Nervio palpebral inferior (NC V_2)
Nervio cigomático (NC V_2)
Nervio maxilar (NC V_2)
Nervio infraorbitario (NC V_2)

FIGURA 7-21. Nervios cutáneos de la región orbitaria/periorbitaria. Se muestran los nervios cutáneos relacionados con las paredes y el borde de la órbita y el esqueleto fibroso de los párpados. La piel del párpado superior está inervada por ramos del nervio oftálmico (NC V_1), mientras que el párpado inferior está inervado principalmente por ramos del nervio maxilar (NC V_2).

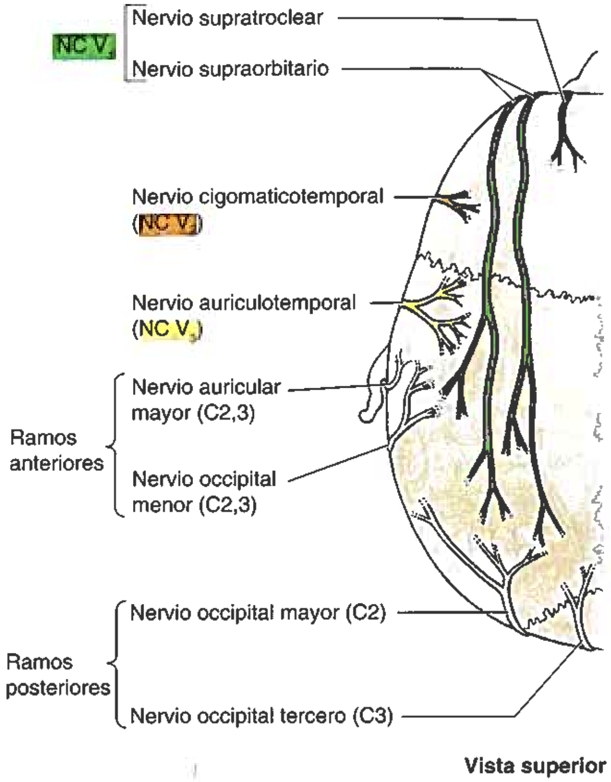

NC V_1
Nervio supratroclear
Nervio supraorbitario
Nervio cigomaticotemporal
(NC V_2)
Nervio auriculotemporal
(NC V_3)
Ramos anteriores
Nervio auricular mayor (C2,3)
Nervio occipital menor (C2,3)
Ramos posteriores
Nervio occipital mayor (C2)
Nervio occipital tercero (C3)
Vista superior

FIGURA 7-22. Nervios del cuero cabelludo. Los nervios aparecen en orden: NC V_1, NC V_2, NC V_3, ramos anteriores de C2 y C3, y ramos posteriores de C2 y C3.

latino, y continúa anteriormente para penetrar en la órbita a través de la *fisura orbitaria inferior* (fig. 7-19). Emite el nervio cigomático y transcurre anteriormente por el *surco y el agujero infraorbitarios*, donde toma el nombre de nervio infraorbitario (fig. 7-21).

El **nervio cigomático** llega a la pared lateral de la órbita y da lugar a dos de los tres ramos cutáneos del NC V_2, los **nervios cigomaticofacial** y **cigomaticotemporal.** Este último emite un ramo comunicante que lleva fibras secretoras al nervio lagrimal. En su camino hacia la cara, el **nervio infraorbitario** emite ramos palatinos, ramos para la mucosa del seno maxilar y ramos para los dientes posteriores. Para alcanzar la piel de la cara atraviesa el *agujero infraorbitario*, en la superficie infraorbitaria del maxilar. Los tres ramos cutáneos del nervio maxilar inervan el área de la piel derivada de las *prominencias maxilares* embrionarias.

NERVIO MANDIBULAR

El *nervio mandibular* (NC V_3) es la división inferior y de mayor tamaño del nervio trigémino (fig. 7-19A). Se forma por la unión de fibras sensitivas del ganglio sensitivo y de la raíz motora del NC V en el *agujero oval*, en el ala mayor del esfenoides, a través del cual sale del cráneo el NC V_3. El NC V_3 posee tres ramos sensitivos que inervan el área de piel derivada de la *prominencia mandibular* embrionaria. También emite fibras motoras a los músculos de la masticación (fig. 7-19B). El NC V_3 es la única división del NC V portadora de fibras motoras. Los principales ramos cutáneos del NC V_3 son los **nervios auriculotemporal, bucal** y **mentoniano.** En su camino hacia la piel, el nervio auriculotemporal transcurre profundamente respecto a la glándula parótida, a la que aporta fibras secretomotoras procedentes de un ganglio relacionado con esta división del NC V.

NERVIOS DEL CUERO CABELLUDO

La inervación del cuero cabelludo anterior a las orejas se realiza mediante ramos de las tres divisiones del NC V, el *nervio trigémino* (fig. 7-22). Posteriormente a las orejas, la inervación procede de los nervios espinales cutáneos (C2 y C3).

NERVIOS MOTORES DE LA CARA

Los nervios motores de la cara son el *nervio facial*, que inerva los músculos de la expresión facial, y la *raíz motora del nervio trigémino/nervio mandibular*, que inerva los músculos de la masticación (masetero, temporal, pterigoideos medial y lateral). Estos nervios inervan también algunos músculos situados más profundamente (descritos más adelante en este capítulo en relación con la boca, el oído medio y el cuello) (fig. 7-19A).

NERVIO FACIAL

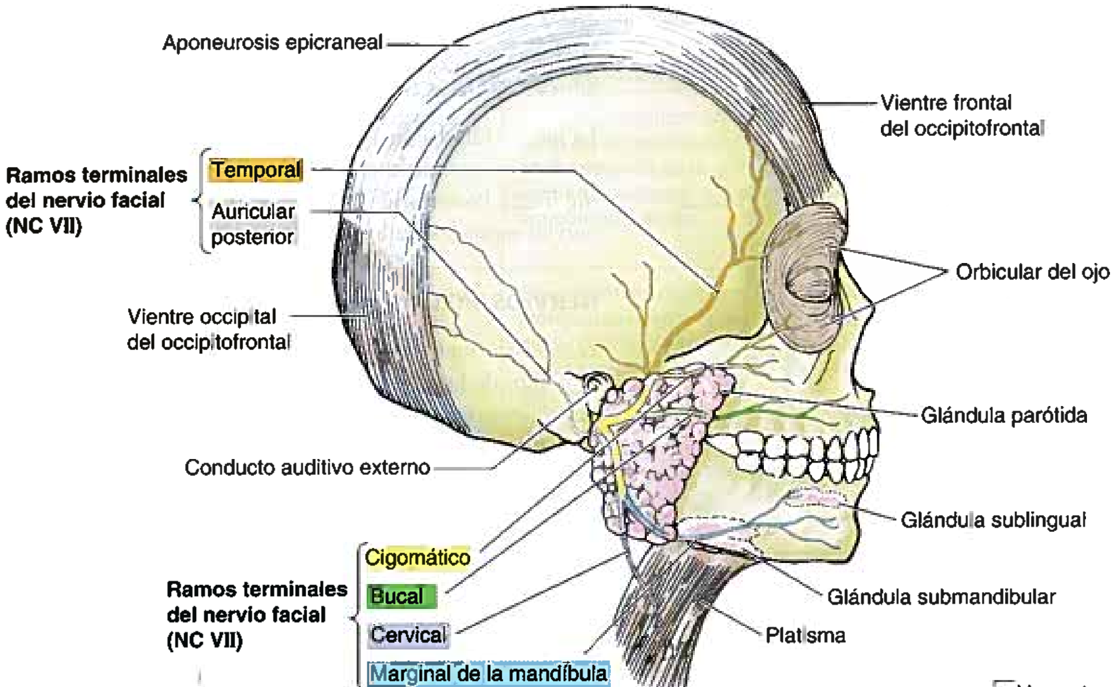
El NC VII, el **nervio facial,** posee una raíz motora y una raíz sensitiva/parasimpática (esta última es el *nervio intermediario*). **La raíz motora del NC VII** inerva los músculos de la expresión facial, incluidos el músculo superficial del cuello (platisma), los músculos auriculares, los músculos del cuero cabelludo y algunos otros músculos derivados del mesodermo del segundo arco faríngeo embrionario (fig. 7-23). Después de seguir un circuito a través del hueso temporal, el NC VII sale del cráneo por el *agujero estilomastoideo*, localizado entre las apófisis mastoides y estiloides (figs. 7-9 y 7-11). Inmediatamente después emite el **nervio auricular posterior,** que transcurre posterosuperiormente a la oreja para inervar el músculo auricular posterior y el vientre occipital del músculo occipitofrontal (fig. 7-23A y C).

El tronco principal del NC VII discurre anteriormente y queda englobado en la glándula parótida, en la cual forma el **plexo parotídeo.** Este plexo da lugar a los cinco ramos terminales del nervio facial: *temporal, cigomático, bucal, marginal de la mandíbula* y *cervical*. Los nombres de estos ramos hacen referencia a las regiones que inervan. Los músculos específicos inervados por cada ramo se describen en la tabla 7-4.

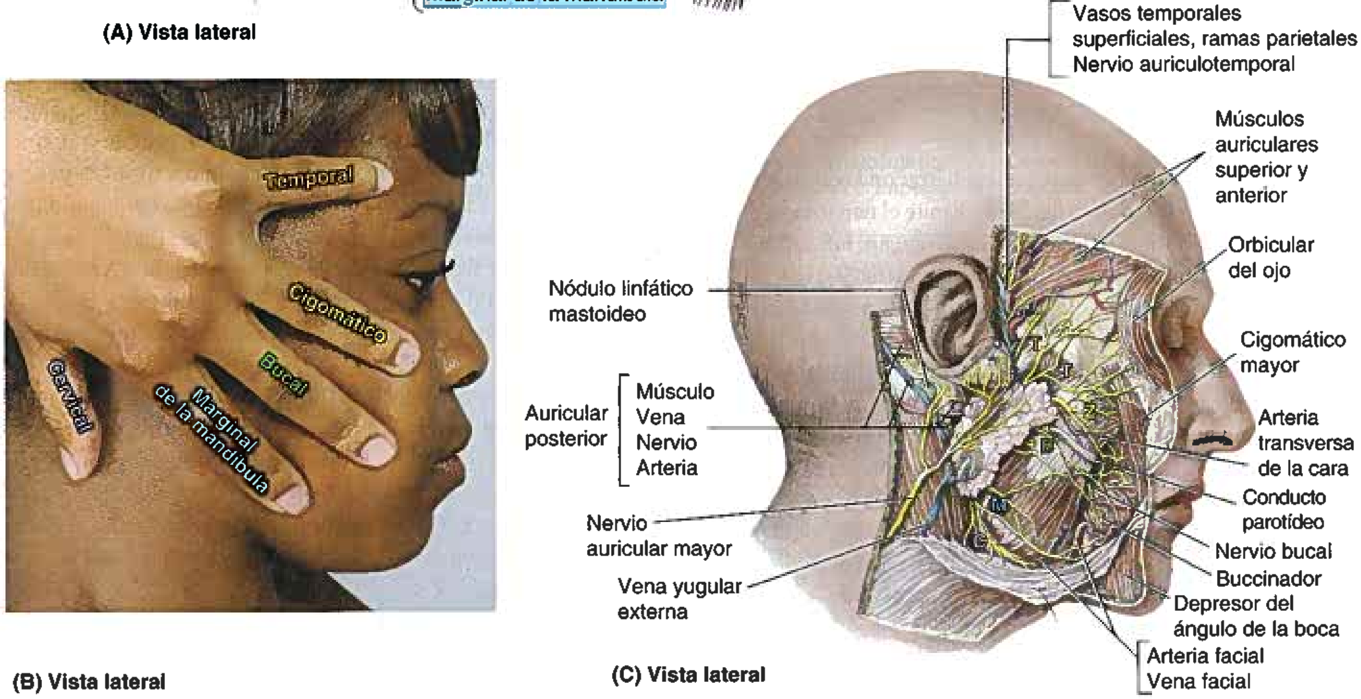
El **ramo temporal del NC VII** emerge del borde superior de la glándula parótida y cruza el arco cigomático para inervar los músculos auricular superior, auricular anterior, vientre frontal del occipitofrontal y, lo más importante, la parte superior del orbicular del ojo.

El **ramo cigomático del NC VII,** mediante dos o tres ramos, discurre superiormente y sobre todo inferiormente al ojo para inervar la parte inferior del músculo orbicular del ojo y otros músculos de la cara inferiores a la órbita.

El **ramo bucal del NC VII** discurre externamente al músculo buccinador, al cual inerva, así como a los músculos del labio superior (partes superiores del orbicular de la boca y fibras inferiores del elevador del labio superior).


Aponeurosis epicraneal
Vientre frontal del occipitofrontal
Ramos terminales del nervio facial (NC VII)
Temporal
Auricular posterior
Orbicular del ojo
Vientre occipital del occipitofrontal
Glándula parótida
Conducto auditivo externo
Glándula sublingual
Cigomático
Bucal
Cervical
Marginal de la mandíbula
Ramos terminales del nervio facial (NC VII)
Glándula submandibular
Platisma

(A) Vista lateral


Temporal
Cigomático
Bucal
Cervical
Marginal de la mandíbula
Vasos temporales superficiales, ramas parietales
Nervio auriculotemporal
Músculos auriculares superior y anterior
Orbicular del ojo
Nódulo linfático mastoideo
Cigomático mayor
Auricular posterior
Músculo
Vena
Nervio
Arteria
Arteria transversa de la cara
Conducto parotídeo
Nervio auricular mayor
Nervio bucal
Buccinador
Vena yugular externa
Depresor del ángulo de la boca
Arteria facial
Vena facial
T
Z
B
M
C

(B) Vista lateral

(C) Vista lateral

FIGURA 7-23. Ramos del nervio facial (NC VII). A. Los ramos terminales del NC VII se originan del plexo parotídeo en el interior de la glándula parótida. Salen de la glándula cubiertos por su cara lateral e irradian en una dirección generalmente anterior a través de la cara. Aunque está íntimamente relacionado con la glándula parótida (y a menudo contacta con la glándula submandibular mediante uno o más de sus ramos inferiores), el NC VII no envía fibras nerviosas a las glándulas salivares. También se muestran dos músculos que representan los extremos de la distribución del NC VII, el occipitofrontal y el platisma. **B.** Método sencillo para mostrar y recordar el trayecto general de los cinco ramos terminales del NC VII hacia la cara y el cuello. **C.** Disección del lado derecho de la cabeza, que muestra el nervio auricular mayor (C2 y C3), que inerva la vaina parotídea y la piel situada sobre el ángulo de la mandíbula, y ramos terminales del nervio facial, que inervan los músculos de la expresión facial. B, bucal; C, cervical; M, marginal de la mandíbula; T, temporal; Z, cigomático.

El **ramo marginal de la mandíbula del NC VII** inerva el músculo risorio y los músculos del labio inferior y el mentón. Emerge del borde inferior de la glándula parótida y cruza el borde inferior de la mandíbula, profundamente al platisma, para alcanzar la cara. Aproximadamente en el 20 % de los individuos, este ramo discurre inferior al ángulo de la mandíbula.

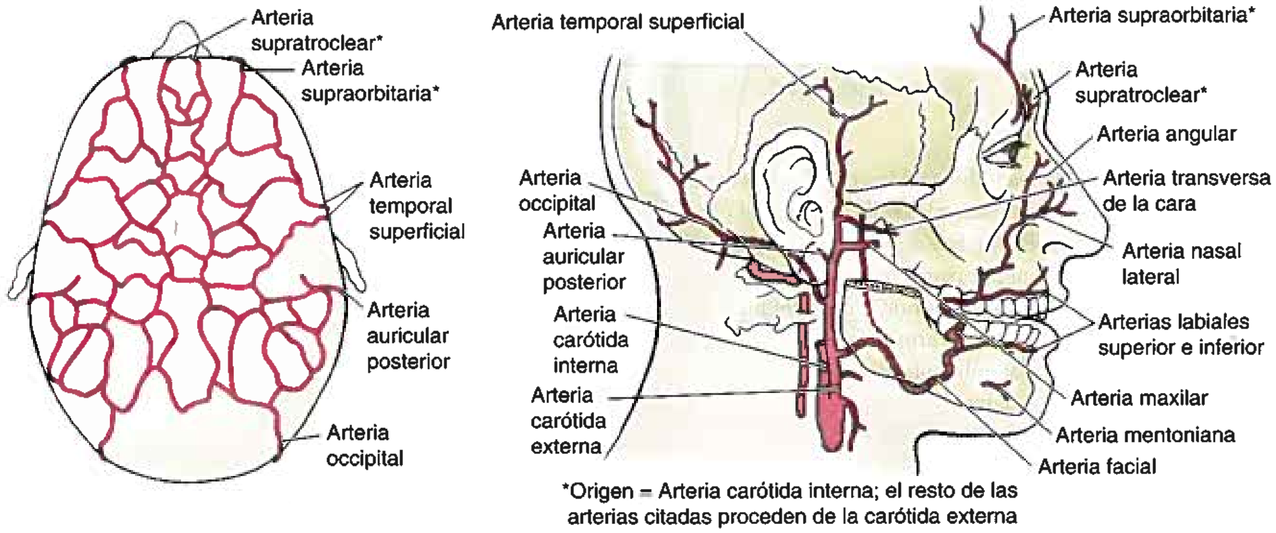
El **ramo cervical del NC VII** discurre inferiormente desde el borde inferior de la glándula parótida, y luego posteriormente a la mandíbula para inervar el platisma (fig. 7-23).

Vasos superficiales de la cara y el cuero cabelludo

La cara se halla ricamente irrigada por arterias superficiales y venas externas, como resulta evidente por los fenómenos de rubefacción y palidez (p. ej., la palidez por el frío). Las ramas terminales de arterias y venas se anastomosan libremente, incluyendo las anastomosis a través de la línea media con sus homónimas del lado opuesto.

ARTERIAS SUPERFICIALES DE LA CARA

La mayoría de las arterias superficiales de la cara derivan de *ramas de la arteria carótida externa*, como se ilustra en la figura 7-24. El origen, el recorrido y la distribución de estas arterias se presentan en la tabla 7-5. La **arteria facial** proporciona la principal irrigación arterial a la cara. Se origina en la arteria carótida externa y discurre junto al borde inferior de la mandíbula, inmediatamente anterior al masetero (fig. 7-23C). La arteria tiene aquí un curso superficial inmediatamente profunda respecto al platisma.


Arteria supratroclear*
Arteria supraorbitaria*
Arteria temporal superficial
Arteria auricular posterior
Arteria occipital
Arteria temporal superficial
Arteria supraorbitaria*
Arteria supratroclear*
Arteria angular
Arteria transversa de la cara
Arteria occipital
Arteria auricular posterior
Arteria nasal lateral
Arteria carótida interna
Arterias labiales superior e inferior
Arteria carótida externa
Arteria maxilar
Arteria mentoniana
Arteria facial

*Origen = Arteria carótida interna; el resto de las arterias citadas proceden de la carótida externa

(A) Vista superior **(B) Vista lateral**

FIGURA 7-24. **Arterias superficiales de la cara y el cuero cabelludo.**

TABLA 7-5. ARTERIAS SUPERFICIALES DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Facial	Arteria carótida externa	Asciende profunda a la glándula submandibular; se enrolla alrededor del borde inferior de la mandíbula y entra en la cara	Músculos de la expresión facial y de la cara
Labial inferior	Arteria facial, cerca del ángulo de la boca	Discurre medialmente en el labio inferior	Labio inferior
Labial superior		Discurre medialmente en el labio superior	Labio superior, ala de la nariz y tabique nasal
Nasal lateral	Arteria facial cuando asciende por el lado de la nariz	Pasa hacia el ala de la nariz	Piel del ala y dorso de la nariz
Angular	Rama terminal de la arteria facial	Pasa hacia el ángulo (canto) medial del ojo	Parte superior de la mejilla y párpado inferior
Occipital	Arteria carótida externa	Pasa medial al vientre posterior del digástrico y la apófisis mastoides; acompaña al nervio occipital en la región occipital	Cuero cabelludo del dorso de la cabeza, hasta el vértice

(continúa)

TABLA 7-5. ARTERIAS SUPERFICIALES DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO ***(Continuación)***

Arteria	Origen	Recorrido	Distribución
Auricular posterior	Arteria carótida externa	Discurre posteriormente, profunda respecto a la glándula parótida, a lo largo de la apófisis estiloides, entre la apófisis mastoides y la oreja	Oreja y cuero cabelludo posterior a ésta
Temporal superficial	Rama terminal de menor tamaño de la arteria carótida externa	Asciende anterior a la oreja hacia la región temporal y termina en el cuero cabelludo	Músculos de la cara y piel de las regiones frontal y temporal
Transversa de la cara	Arteria temporal superficial dentro de la glándula parótida	Cruza la cara superficial al músculo masetero e inferior respecto al arco cigomático	Glándula y conducto parotídeos, músculos y piel de la cara
Mentoniana	Rama terminal de la arteria alveolar inferior	Emerge del agujero mentoniano y pasa hacia el mentón	Músculos de la cara y piel del mentón
Supraorbitaria[a]	Rama terminal de la arteria oftálmica	Discurre superiormente desde el agujero supraorbitario	Músculos y piel de la frente y el cuero cabelludo, y conjuntiva superior
Supratroclear[a]		Discurre superiormente desde la escotadura supratroclear	

[a] Deriva de la arteria carótida interna.

La arteria facial cruza la mandíbula, el buccinador y el maxilar en su trayectoria sobre la cara hacia el ángulo medial del ojo, en la unión de los párpados superior e inferior (fig. 7-24B). La arteria facial está situada profundamente respecto a los músculos cigomático mayor y elevador del labio superior. Cerca del final de su sinuoso recorrido a través de la cara, la arteria facial pasa aproximadamente a un través de dedo lateralmente al ángulo de la boca. La arteria facial envía ramas a los labios superior e inferior (las **arterias labiales superior** e **inferior**), asciende por el lado de la nariz y se anastomosa con la rama nasal dorsal de la arteria oftálmica. Distalmente a la **arteria nasal lateral** al lado de la nariz, la parte terminal de la arteria facial toma el nombre de **arteria angular.**

La **arteria temporal superficial** es la rama terminal más pequeña de la arteria carótida externa; la otra rama es la *arteria maxilar*. La arteria temporal superficial emerge en la cara entre la articulación temporomandibular y la oreja, penetra en la fosa temporal y finaliza en el cuero cabelludo al dividirse en sus *ramas frontal* y *parietal*. Estas ramas arteriales acompañan o se hallan muy próximas a los ramos correspondientes del nervio auriculotemporal.

La **arteria transversa de la cara** (facial transversa) surge de la arteria temporal superficial dentro de la glándula parótida y cruza la cara superficialmente al masetero (fig. 7-23C), aproximadamente a un través de dedo inferior al arco cigomático. Se divide en numerosas ramas que irrigan la glándula parótida y su conducto, el masetero y la piel de la cara. Se anastomosa con ramas de la arteria facial.

Además de la arteria temporal superficial, otras diversas arterias acompañan a los nervios cutáneos de la cara. Las **arterias supraorbitaria** y **supratroclear,** ramas de la arteria oftálmica, acompañan a los nervios homónimos a través de las cejas y la frente (fig. 7-24). La arteria supraorbitaria continúa e irriga el cuero cabelludo anteriormente al vértice. La **arteria mentoniana,** la única rama superficial derivada de la arteria maxilar, acompaña al nervio homónimo en el mentón.

ARTERIAS DEL CUERO CABELLUDO

El cuero cabelludo posee una rica irrigación sanguínea (figura 7-24A; tabla 7-5). Las arterias discurren en la segunda capa del cuero cabelludo, la capa de tejido conectivo subcutáneo entre la piel y la aponeurosis epicraneal. Las arterias se anastomosan libremente con otras arterias adyacentes, y cruzando la línea media con las arterias contralaterales. Las paredes arteriales se hallan firmemente unidas al tejido conectivo denso en el cual yacen, lo que limita su capacidad para contraerse cuando se seccionan. Por consiguiente, las hemorragias por heridas en el cuero cabelludo son profusas.

La irrigación arterial proviene de las **arterias carótidas externas** a través de las *arterias occipitales, auriculares posteriores* y *temporales superficiales*, y de las *arterias carótidas internas* a través de las *arterias supratrocleares* y *supraorbitarias*. Las arterias del cuero cabelludo aportan poca sangre al neurocráneo, que está irrigado principalmente por la arteria meníngea media.

VENAS EXTERNAS DE LA CARA

La mayoría de las venas externas de la cara drenan en venas que acompañan a las arterias de la cara. Al igual que la mayoría de las venas superficiales, están sujetas a muchas variaciones; un patrón frecuente se muestra en la figura 7-25, y se ofrecen detalles en la tabla 7-6. El retorno venoso desde la cara normalmente es superficial, pero se anastomosa con venas profundas, un seno de la duramadre y un plexo venoso, que proporcionan drenaje profundo a las venas desprovistas de válvulas.

Al igual que las venas de otros lugares, poseen abundantes anastomosis que permiten su drenaje por vías alternativas durante períodos de compresión temporal. Las vías alternativas incluyen vías superficiales (por las venas facial y retromandibular/yugular externa) y profundas (por las anastomosis con el seno cavernoso, el plexo venoso pterigoideo y la vena yugular interna).

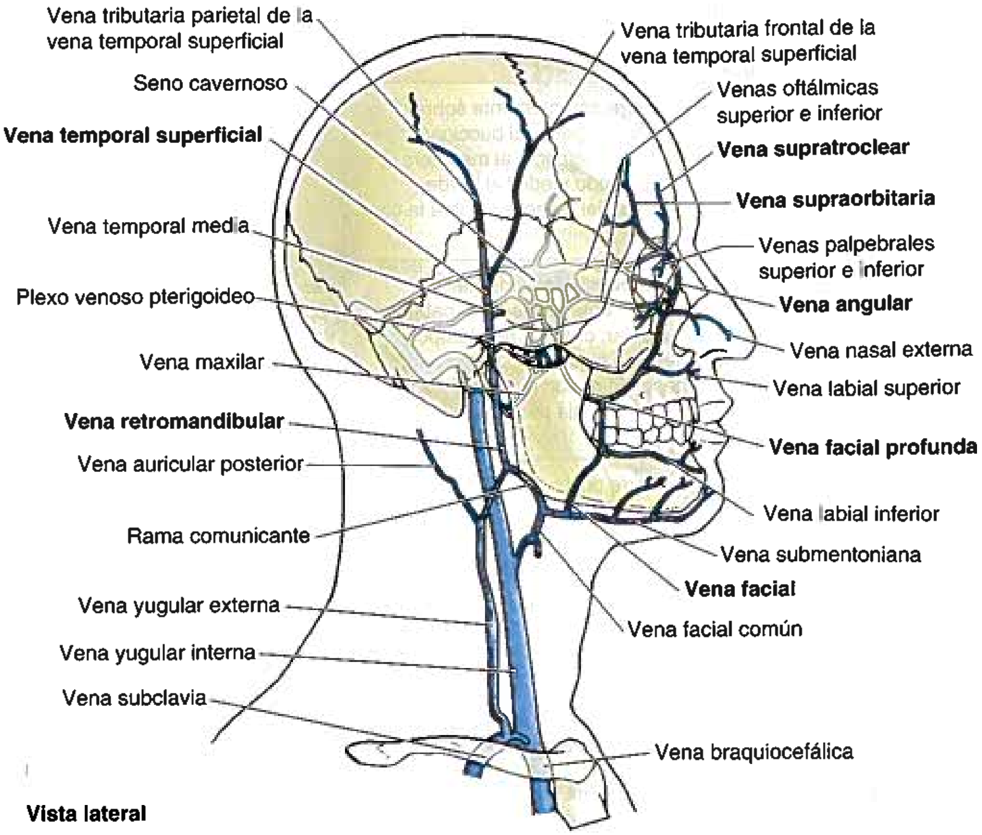

Vena tributaria parietal de la vena temporal superficial
Seno cavernoso
Vena temporal superficial
Vena temporal media
Plexo venoso pterigoideo
Vena maxilar
Vena retromandibular
Vena auricular posterior
Rama comunicante
Vena yugular externa
Vena yugular interna
Vena subclavia
Vista lateral
Vena tributaria frontal de la vena temporal superficial
Venas oftálmicas superior e inferior
Vena supratroclear
Vena supraorbitaria
Venas palpebrales superior e inferior
Vena angular
Vena nasal externa
Vena labial superior
Vena facial profunda
Vena labial inferior
Vena submentoniana
Vena facial
Vena facial común
Vena braquiocefálica

FIGURA 7-25. Venas de la cara y el cuero cabelludo.

TABLA 7-6. VENAS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO

Vena	Origen	Recorrido	Terminación	Áreas de drenaje
Supratroclear	Se origina del plexo venoso de la frente y el cuero cabelludo, a través del cual se comunica con la rama frontal de la vena temporal superficial, su homóloga contralateral y la vena supraorbitaria	Desciende junto a la línea media de la frente hasta la raíz de la nariz, donde se une a la vena supraorbitaria	Vena angular en la raíz de la nariz	Parte anterior del cuero cabelludo y frente
Supraorbitaria	Se origina en la frente al anastomosarse con la tributaria frontal de la vena temporal superficial	Discurre medialmente superior a la órbita; se une a la vena supratroclear; una rama pasa a través de la escotadura supraorbitaria y se une con la vena oftálmica superior		
Angular	Se origina en la raíz de la nariz, por la unión de las venas supratroclear y supraorbitaria	Desciende oblicuamente a lo largo de la raíz y el lado de la nariz, hasta el borde inferior de la órbita	Pasa a llamarse vena facial en el borde inferior de la órbita	Parte anterior del cuero cabelludo y frente; párpados superior e inferior y conjuntiva; puede llegarle drenaje desde el seno cavernoso
Facial	Continuación de la vena angular tras pasar el borde inferior de la órbita	Desciende a lo largo del borde lateral de la nariz, recibiendo venas nasales externas y palpebrales inferiores; discurre después oblicuamente a través de la cara para cruzar por debajo del borde de la mandíbula; recibe una comunicación de la vena retromandibular (tras la cual se denomina a veces vena facial común)	Vena yugular interna frente a o inferior al nivel del hueso hioides	Parte anterior del cuero cabelludo y frente; párpados; parte externa de la nariz; parte anterior de la mejilla; labios; mentón y glándula submandibular

(continúa)

TABLA 7-6. VENAS DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO *(Continuación)*

Vena	Origen	Recorrido	Terminación	Área de drenaje
Facial profunda	Plexo venoso pterigoideo	Discurre anteriormente sobre el maxilar, superior al buccinador y profunda respecto al masetero, emergiendo medial al borde anterior del masetero sobre la cara	Entra en la cara posterior de la vena facial	Fosa infratemporal (la mayoría de las áreas irrigadas por la arteria maxilar)
Temporal superficial	Se inicia desde la extensión del plexo venoso en el lado del cuero cabelludo y a lo largo del arco cigomático	Se unen tributarias frontal y parietal anteriormente al pabellón auricular; cruza la raíz temporal del arco cigomático para pasar desde la región temporal y entrar en la glándula parótida	Se une a la vena maxilar por detrás del cuello de la mandíbula para formar la vena retromandibular	Lado del cuero cabelludo; cara superficial del músculo temporal; parte del oído externo
Retromandibular	Se forma anterior a la oreja, por la unión de las venas temporal superficial y maxilar	Discurre posterior y profunda a la rama de la mandíbula a través de la glándula parótida; se comunica en su extremo inferior con la vena facial	Se une a la vena auricular posterior para formar la vena yugular externa	Glándula parótida y músculo masetero

Las **venas faciales,** que discurren con las arterias faciales o paralelamente a ellas, son *venas sin válvulas* que realizan el principal drenaje superficial de la cara. Las tributarias de la vena facial incluyen la **vena facial profunda,** que drena el *plexo venoso pterigoideo* de la fosa infratemporal. Inferiormente al borde de la mandíbula, la vena facial se une con la rama (comunicante) anterior de la vena retromandibular. La vena facial drena directa o indirectamente en la *vena yugular interna*. En el ángulo medial del ojo, la vena facial comunica con la *vena oftálmica superior*, que drena en el *seno cavernoso*.

La **vena retromandibular** es una vena profunda de la cara, formada por la unión de la vena temporal superficial y la vena maxilar; esta última drena el plexo venoso pterigoideo. La vena retromandibular discurre posteriormente a la rama de la mandíbula, dentro del parénquima de la glándula parótida, superficialmente a la arteria carótida externa y profunda respecto al nervio facial. Cuando emerge desde el polo inferior de la glándula parótida, la vena retromandibular se divide en una rama anterior, que se une con la vena facial, y una rama posterior, que se une con la vena auricular posterior, inferiormente a la glándula parótida, para formar la **vena yugular externa.** Esta vena discurre inferior y superficialmente en el cuello y desemboca en la vena subclavia.

VENAS DEL CUERO CABELLUDO

El drenaje venoso de las partes superficiales del cuero cabelludo se realiza a través de las venas que acompañan a las arterias del cuero cabelludo: las **venas suprarobitaria** y **supratroclear.** Las **venas temporales superficiales** y las **venas auriculares posteriores** drenan el cuero cabelludo anterior y posterior a las orejas, respectivamente. La vena auricular posterior a menudo recibe una *vena emisaria mastoidea* desde el seno sigmoideo, un seno venoso de la duramadre. Las **venas occipitales** drenan la región occipital del cuero cabelludo. El drenaje venoso de las partes profundas del cuero cabelludo de la región temporal se lleva a cabo a través de las **venas temporales profundas,** tributarias del plexo venoso pterigoideo.

DRENAJE LINFÁTICO DE LA CARA Y EL CUERO CABELLUDO

En el cuero cabelludo no hay nódulos linfáticos, y excepto en la región parotídea y de la mejilla, tampoco los hay en la cara. La linfa procedente del cuero cabelludo, la cara y el cuello, drena en el *anillo superficial* (collar pericervical) *de nódulos linfáticos* (submentonianos, submandibulares, parotídeos, mastoideos y occipitales), localizados en la unión de la cabeza y el cuello (figura 7-26A). Los vasos linfáticos de la cara acompañan a otros vasos faciales. Los vasos linfáticos superficiales acompañan a las venas; los linfáticos profundos, a las arterias. Todos los vasos linfáticos de la cabeza y el cuello drenan directa o indirectamente en los *nódulos linfáticos cervicales profundos* (fig. 7-26B), una cadena de nódulos que se localizan principalmente a lo largo de la vena yugular interna en el cuello. La linfa procedente de estos nódulos profundos llega al **tronco linfático yugular,** que se une con el *conducto torácico* en el lado izquierdo y con la vena yugular interna o la **vena braquiocefálica** en el lado derecho. A continuación se ofrece un resumen del drenaje linfático de la cara.

- La linfa procedente de la parte lateral de la cara y el cuero cabelludo, incluidos los párpados, drena en los **nódulos linfáticos parotídeos** superficiales.
- La linfa de los nódulos parotídeos profundos drena en los **nódulos linfáticos cervicales profundos.**
- La linfa del labio superior y las partes laterales del labio inferior drena en los **nódulos linfáticos submandibulares.**
- La linfa del mentón y la parte central del labio inferior drena en los **nódulos linfáticos submentonianos.**

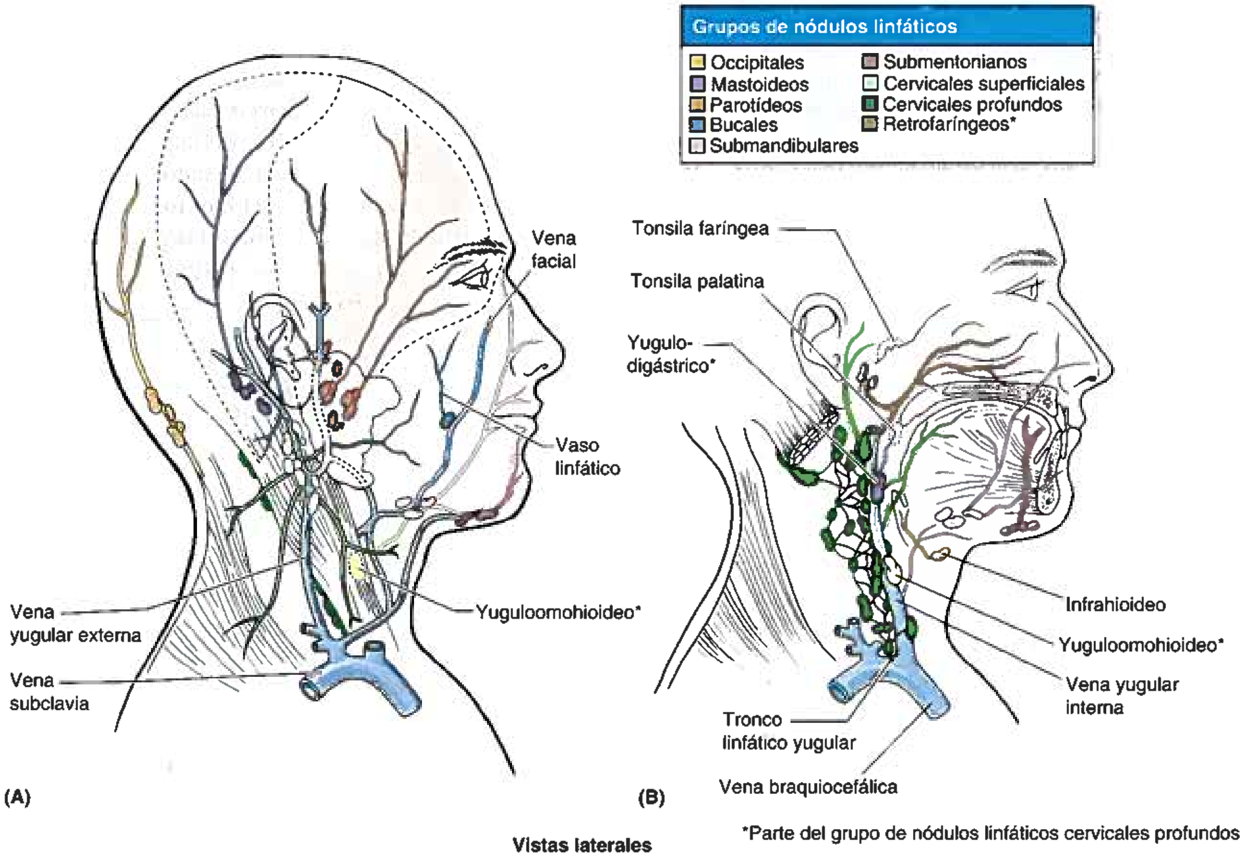

Grupos de nódulos linfáticos
Occipitales
Mastoideos
Parotídeos
Bucales
Submandibulares
Submentonianos
Cervicales superficiales
Cervicales profundos
Retrofaríngeos*
Vena facial
Vaso linfático
Vena yugular externa
Vena subclavia
Yuguloomohioideo*
(A)
Tonsila faríngea
Tonsila palatina
Yugulo-digástrico*
Infrahioideo
Yuguloomohioideo*
Vena yugular interna
Tronco linfático yugular
Vena braquiocefálica
(B)
Vistas laterales
*Parte del grupo de nódulos linfáticos cervicales profundos

FIGURA 7-26. Drenaje linfático de la cara y el cuero cabelludo. A. Drenaje superficial. En la unión de la cabeza y el cuello se forma un collar pericervical de nódulos linfáticos superficiales compuesto por los nódulos submentonianos, submandibulares, parotídeos, mastoideos y occipitales. Estos nódulos reciben inicialmente la mayor parte del drenaje linfático de la cara y el cuero cabelludo. **B.** Drenaje profundo. Todos los vasos linfáticos de la cabeza y el cuello drenan finalmente en los nódulos linfáticos cervicales profundos, ya sea directamente, desde los tejidos, o indirectamente, tras pasar por el grupo de nódulos linfáticos próximo.

Anatomía de superficie de la cara

A pesar de las variaciones, aparentemente infinitas, que permiten identificar a las personas como individuos, los rasgos de la cara humana son constantes (fig. 7-27). Las **cejas** son crecimientos lineales de pelo sobre el **borde superior de la órbita.** La región desprovista de pelo entre las cejas se halla sobre la *glabela*, y las crestas prominentes que se extienden lateralmente a cada lado por encima de las cejas son los *arcos superciliares*.

Los **párpados** son repliegues musculofibrosos móviles que cubren el globo ocular. Se unen entre sí en cada extremo de la **hendidura palpebral** en los **ángulos medial y lateral** (comisuras) del ojo. El pliegue palpebronasal **(epicanto)** es un pliegue cutáneo que cubre el ángulo medial del ojo en algunos individuos, principalmente en los asiáticos. Las depresiones superior e inferior a los párpados son los **surcos suprapalpebral** e **infrapalpebral.**

La nariz presenta un *vértice* (punta) prominente y continúa con la frente en la *raíz de la nariz* (puente). El borde anterior redondeado de la nariz entre la raíz y el vértice es el *dorso de la nariz*. Inferiormente al vértice, la cavidad nasal de cada lado se abre anteriormente en una *narina* (orificio nasal), limitada medialmente por el *tabique nasal* y lateralmente por el *ala de la nariz*.

Los labios rodean el orificio de la boca, la *hendidura bucal*. El **borde bermellón del labio** marca el comienzo de la *zona*

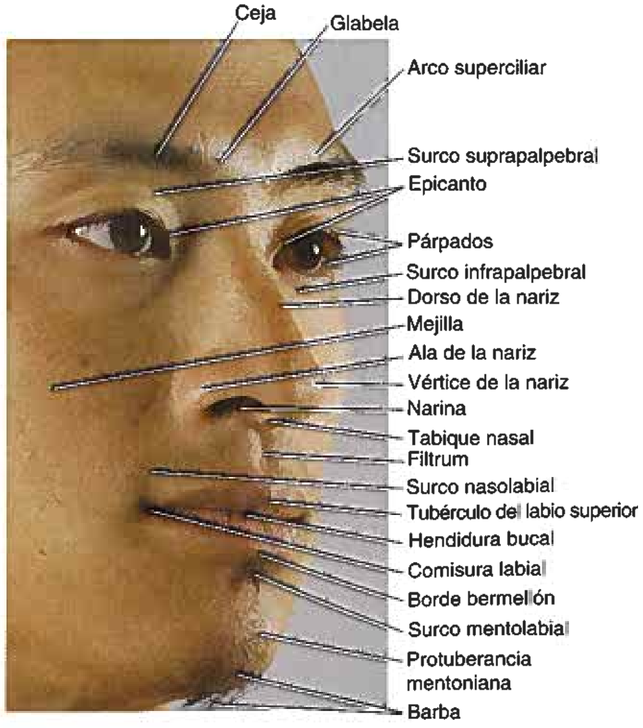

Ceja
Glabela
Arco superciliar
Surco suprapalpebral
Epicanto
Párpados
Surco infrapalpebral
Dorso de la nariz
Mejilla
Ala de la nariz
Vértice de la nariz
Narina
Tabique nasal
Filtrum
Surco nasolabial
Tubérculo del labio superior
Hendidura bucal
Comisura labial
Borde bermellón
Surco mentolabial
Protuberancia mentoniana
Barba

FIGURA 7-27. Anatomía de superficie de la cara.

de transición (denominada habitualmente labio) entre la piel y la mucosa del labio. La piel de la **zona de transición** carece de pelo y es delgada, lo que aumenta su sensibilidad y es la causa de que su color sea diferente (debido a los lechos capilares subyacentes). La unión lateral de los labios es la **comisura labial;** el ángulo entre los labios, medial a la comisura, que aumenta al abrir la boca y disminuye al cerrarla, es el **ángulo de la boca.**

En la parte media del labio superior hay un **tubérculo,** y superiormente a éste hay un surco superficial, el **filtro (filtrum)** (del griego, hechizo de amor), que se extiende hasta el tabique nasal. Los repliegues musculofibrosos de los labios continúan lateralmente con la **mejilla,** que contiene también el músculo buccinador y el cuerpo adiposo de la mejilla. La mejilla está separada de los labios por el **surco nasolabial,** que discurre oblicuamente entre el ala de la nariz y el ángulo de la boca. Estos surcos son más fáciles de observar al sonreir. El labio inferior está separado de la **protuberancia mentoniana** (mentón) por el **surco mentolabial.** En los labios, las mejillas y el mentón del varón adulto crece pelo, como parte de las características sexuales secundarias: la **barba.**

CARA Y CUERO CABELLUDO

Heridas e incisiones faciales

Debido a que no existe un neta fascia profunda en la cara y a que el tejido subcutáneo situado entre las inserciones cutáneas de los músculos faciales es laxo, las *heridas de la cara* tienden a abrirse ampliamente. Por lo tanto, debe suturarse cuidadosamente la piel para evitar cicatrices. Esta laxitud del tejido subcutáneo permite también que se acumulen líquidos y sangre tras una sufusión hemorrágica en la cara.

De modo similar, la inflamación de la cara causa una tumefacción considerable (p. ej., una picadura de avispa en la raíz de la nariz puede ocluir ambos ojos). Al envejecer, la piel pierde su elasticidad y se producen crestas y arrugas perpendiculares a la dirección de las fibras de los músculos faciales. Las incisiones en la piel realizadas a lo largo de estas líneas de tensión o arrugas (líneas de Langer) curan con una cicatriz mínima (v. el cuadro azul «Incisiones y cicatrices en la piel», p. 15).

Traumatismos del cuero cabelludo

Las arterias del cuero cabelludo surgen a los lados de la cabeza, están bien protegidas por el tejido conectivo denso y se anastomosan libremente. Por lo tanto, un *desprendimiento parcial del cuero cabelludo* puede reimplantarse con unas probabilidades razonables de que se cure, si uno de los vasos que lo irrigan permanece intacto. En una *craneotomía osteoplástica* (extirpación quirúgica de un segmento de la calvaria con un colgajo de tejidos blandos del cuero cabelludo para exponer la cavidad craneal), las incisiones suelen ser convexas y ascendentes, de modo que la arteria temporal superficial queda incluida en el colgajo de tejidos.

El *cuero cabelludo propiamente dicho*, es decir, sus tres primeras capas, clínicamente a menudo se considera como una capa única, debido a que estas capas permanecen unidas cuando se realiza un colgajo cutáneo durante una craneotomía, o cuando una parte del cuero cabelludo es arrancada (p. ej., en un accidente industrial). Los nervios y vasos del cuero cabelludo penetran inferiormente y ascienden a lo largo de la segunda capa hasta la piel. En consecuencia, los colgajos quirúrgicos del cuero cabelludo se realizan de tal modo que permanezcan unidos en la parte inferior, para preservar los nervios y vasos y promover una buena cicatrización.

Las arterias del cuero cabelludo aportan poca sangre a la calvaria, que está irrigada por las arterias meníngeas medias. Por lo tanto, la pérdida de cuero cabelludo no produce necrosis de los huesos de la calvaria.

Heridas del cuero cabelludo

La aponeurosis epicraneal tiene importancia clínica. Debido a su resistencia, las *heridas superficiales del cuero cabelludo* no se abren ampliamente y los bordes permanecen juntos. Además, las heridas superficiales no han de suturarse profundamente, pues la aponeurosis epicraneal no permite una amplia separación de la piel. Las *heridas profundas del cuero cabelludo* se abren ampliamente si la aponeurosis epicraneal se ha desgarrado en el plano coronal, debido a la tracción que ejercen los vientres frontal y occipital del músculo occipitofrontal en direcciones opuestas (anteriormente y posteriormente).

Infecciones del cuero cabelludo

La capa de tejido conectivo laxo (cuarta capa) del cuero cabelludo es el *área de peligro del cuero cabelludo*, ya que el pus o la sangre se expanden fácilmente en dicha capa. La infección en esta capa puede propagarse también a la cavidad craneal por las *venas emisarias*, que atraviesan los agujeros parietales de la calvaria y llegan a las estructuras intracraneales, como las meninges (fig. 7-8A y C). La infección no puede llegar al cuello porque los vientres occipitales del músculo occipitofrontal se insertan en el hueso occipital y en las porciones mastoideas de los huesos temporales. La infección del cuero cabelludo tampoco puede diseminarse lateralmente más allá de los arcos cigomáticos, debido a que la aponeurosis epicraneal continúa con la fascia temporal que se inserta en dichos arcos.

Las infecciones o los líquidos (p. ej., pus o sangre) pueden penetrar en los párpados y la raíz de la nariz, debido a que el músculo frontal se inserta en la piel y el tejido subcutáneo, y no en el hueso. La piel de los párpados, la más delgada del cuerpo, es delicada y sensible. Debido al carácter laxo del tejido subcutáneo de los párpados, incluso un traumatismo o una inflamación relativamente

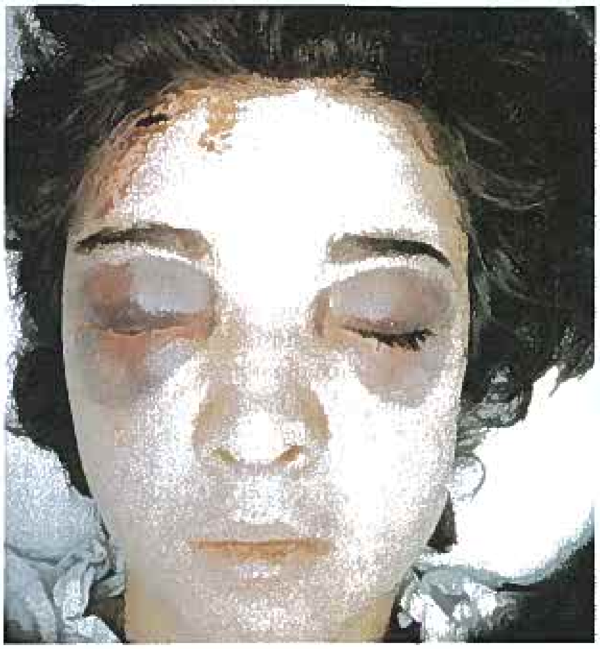


FIGURA C7-12. Equimosis (extravasación de sangre por debajo de la piel).

leves pueden dar lugar a que se acumule líquido, con hinchazón de los párpados. Los golpes en la región periorbitaria suelen producir lesiones en los tejidos blandos, al quedar aplastados contra el borde óseo, fuerte y relativamente agudo. Por lo tanto, puede producirse un «ojo morado» (*equimosis periorbitaria*) por un traumatismo del cuero cabelludo y/o la frente (fig. C7-12). Las **equimosis,** o manchas purpúreas, aparecen por extravasación de sangre en el tejido subcutáneo y la piel de los párpados y las zonas circundantes.

Quistes sebáceos

Los conductos de las glándulas sebáceas relacionadas con los folículos pilosos del cuero cabelludo pueden obstruirse, con retención de secreciones y formación de *quistes sebáceos*. Dado que estos quistes se hallan en la piel, se mueven junto con el cuero cabelludo.

Cefalohematoma

Después de un parto difícil, a veces se produce una hemorragia entre el pericráneo y la calvaria del niño, habitualmente sobre un hueso parietal. La sangre queda atrapada en esta área y constituye un *cefalohematoma*. Este proceso benigno se produce con frecuencia por un parto traumático, con rotura de numerosas arterias periósticas diminutas que nutren los huesos de la calvaria.

Ensanchamiento de las narinas

Las acciones de los músculos nasales (fig. 7-17) se han considerado generalmente como anodinas. Sin embargo, los clínicos estudian su acción, ya que puede tener valor diagnóstico. Por ejemplo, los *respiradores nasales* verdaderos pueden ensanchar visiblemente las narinas (orificios nasales). La respiración bucal habitual, producida por obstrucción nasal crónica, por ejemplo, disminuye y a veces elimina la capacidad para ensanchar las narinas. Los niños que son *respiradores bucales crónicos* desarrollan a menudo mala oclusión dental (mordida imperfecta), porque la alineación de los dientes se mantiene en gran medida por períodos normales de oclusión y cierre labial. Se han desarrollado *dispositivos antirronquido* que se acoplan a la nariz para ensanchar las narinas y mantener más permeable la vía aérea.

Parálisis de los músculos de la cara

Los *traumatismos del nervio facial* (NC VII) o de sus ramas ocasionan parálisis de algunos o todos los músculos de la cara en el lado afecto (parálisis de Bell). El área afectada se hunde y la expresión facial se distorsiona, con aspecto de pasividad o tristeza (fig. C7-13). La pérdida de tono del orbicular del ojo ocasiona eversión del párpado inferior (caída y pérdida de contacto con la superficie del globo ocular). Como resultado, las lágrimas no cubren la córnea, lo que impide que ésta se lubrifique e hidrate de un modo suficiente.

A consecuencia de ello, la córnea se hace vulnerable a la ulceración, y si se forman cicatrices puede alterarse la visión. Si la lesión debilita o paraliza el buccinador y el orbicular de la boca, se acumulan los alimentos en el vestíbulo bucal durante la masticación, lo que a menudo obliga a retirarlos con el dedo. Cuando se afectan los esfínteres o dilatadores de la boca, ésta se desplaza (con caída de su comisura) por la contracción de los músculos faciales contralaterales, que no encuentran oposición, y la fuerza de la gravedad, con babeo y salida de los alimentos por ese lado de la boca. La debilidad de los músculos del labio afecta al habla por la dificultad para emitir los sonidos labiales (B, M, P o W). Los individuos afectados no pueden silbar ni soplar un instrumento de viento. Se tocan a menudo los ojos y la boca con un pañuelo para enjugar los líquidos (lágrimas y saliva) que fluyen del párpado y la boca; la presencia de dichos líquidos y el constante roce con el pañuelo pueden provocar una irritación local de la piel.

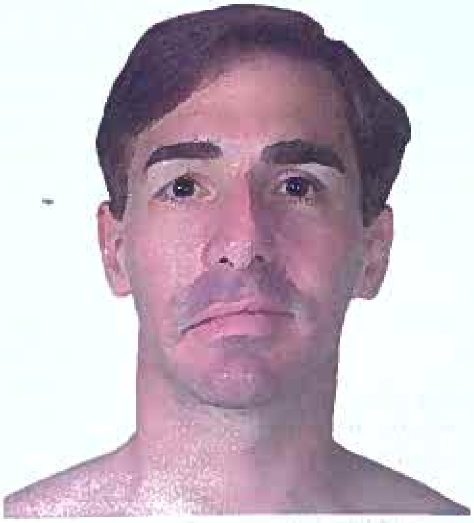


FIGURA C7-13.

Bloqueo del nervio infraorbitario

Para tratar las heridas del labio superior y la mejilla, o más comúnmente para reparar los dientes incisivos maxilares, se practica una anestesia local de la parte inferior de la cara mediante infiltración del nervio infraorbitario con un agente anestésico. La inyección se efectúa en la zona del agujero infraorbitario; para ello se eleva el labio superior y se introduce la aguja a través de la unión de la mucosa bucal y la encía, en la cara superior del vestíbulo bucal.

Para determinar dónde emerge el nervio infraorbitario se presiona sobre el maxilar en la región del agujero infraorbitario. La presión intensa sobre el nervio ocasiona un dolor considerable. Dado que los vasos infraorbitarios salen del agujero infraorbitario junto con el nervio homónimo, la aspiración con la jeringa antes de inyectar evita el paso inadecuado del anestésico al torrente sanguíneo. Como la órbita está situada inmediatamente superior al lugar de la inyección, la falta de cuidado en la técnica podría originar el paso del líquido anestésico al interior de la órbita, con parálisis temporal de los músculos extraoculares.

Bloqueo de los nervios mentoniano e incisivos

A veces se desea anestesiar un lado de la piel y la mucosa del labio inferior y la piel del mentón (p. ej., para suturar una herida importante del labio). La inyección de un agente anestésico en el agujero mentoniano bloquea el nervio mentoniano que inerva la piel y la mucosa del labio inferior desde el agujero mentoniano hasta la línea media, incluida la piel del mentón.

Bloqueo del nervio bucal

Para anestesiar la piel y la mucosa de la mejilla (p. ej., para suturar una herida incisa) se inyecta un anestésico en la mucosa que cubre la *fosa retromolar*, localizada por detrás del 3.er molar mandibular entre el borde anterior de la rama y la cresta temporal.

Neuralgia del trigémino

La *neuralgia del trigémino*, o *tic doloroso*, es un trastorno de la raíz sensitiva del NC V que ocurre más a menudo en los individuos de mediana edad y los ancianos. Se caracteriza por ataques súbitos de dolor facial insoportable, parecido a cuchilladas. El *paroxismo* (dolor agudo súbito) puede durar 15 min o más. El dolor puede ser tan intenso que el individuo hace muecas de dolor; de aquí el nombre de *tic* (contracción). En algunos casos, el dolor puede ser de tal intensidad que aparecen trastornos psicológicos, con depresión e incluso intentos de suicidio.

El NC V$_2$ es el ramo sensitivo que se afecta con más frecuencia; a continuación se sitúa el NC V$_3$, y la menor frecuencia se observa en el NC V$_1$. Los paroxismos de dolor súbito en puñalada se desencadenan sobre todo al tocarse la cara, lavarse los dientes, afeitarse, beber o masticar. Con frecuencia se desencadena el dolor al tocar un área especialmente sensible, la *zona gatillo*, a menudo localizada en torno a la punta de la nariz o en la mejilla (Haines, 2006). En la neuralgia del trigémino se produce una desmielinización de los axones en la raíz sensitiva. En la mayoría de los casos, ello ocurre por la presión de una pequeña arteria aberrante (Kierman, 2008). Es frecuente que desaparezcan los síntomas cuando dicha arteria se aleja de la raíz sensitiva del NC V. Otros creen que la causa es un proceso patológico que afecta a las neuronas del ganglio del trigémino.

Para aliviar el dolor se recurre al tratamiento médico o quirúrgico. Cuando está afectado el NC V$_2$ se ha intentado el bloqueo con alcohol del nervio infraorbitario en el agujero infraorbitario, lo que habitualmente alivia el dolor de un modo transitorio. El procedimiento quirúrgico más simple consiste en arrancar o seccionar los ramos del nervio en el agujero infraorbitario.

En otros tratamientos se ha utilizado la *ablación selectiva con radiofrecuencia de partes del ganglio trigémino* mediante un electrodo de aguja que se introduce a través de la mejilla y el agujero oval. En algunos casos resulta necesario seccionar la raíz sensitiva para aliviar el dolor. Para evitar la regeneración de las fibras nerviosas puede seccionarse parcialmente la raíz sensitiva del nervio trigémino entre el ganglio y el tronco del encéfalo (*rizotomía*). Aunque los axones pueden regenerarse, no lo hacen dentro del tronco del encéfalo. Los cirujanos tratan de diferenciar y seccionar solamente las fibras sensitivas que se dirigen a la división del NC V afectada.

El mismo resultado puede obtenerse mediante la sección del tracto espinal del NC V (*tractotomía*). Después de esta operación se pierde la sensibilidad al dolor, la temperatura y el tacto ligero en el área cutaneomucosa inervada por el componente afectado del NC V. Esta pérdida de sensibilidad puede ser molesta para el paciente, que deja de reconocer la presencia de los alimentos en el labio, la mejilla o el interior de la boca en el lado de la sección nerviosa; sin embargo, esta discapacidad suele ser preferible a los ataques de dolor insoportable.

Lesiones del nervio trigémino

Las lesiones de la totalidad del nervio causan una amplia anestesia, que abarca:

- La mitad anterior correspondiente del cuero cabelludo.
- La cara, excepto las áreas en torno al ángulo de la mandíbula, la córnea y la conjuntiva.
- Las mucosas nasal, bucal y de la parte anterior de la lengua.

También se produce parálisis de los músculos masticadores.

Infección por herpes zóster del ganglio del trigémino

La *infección por el virus del herpes zóster* puede producir lesiones en los ganglios craneales. La afectación del ganglio del trigémino tiene lugar aproximadamente en el 20% de los casos (Bernardini, 2005). La infección se caracteriza por una erupción de grupos de vesículas que siguen el curso del nervio afectado (p. ej., *herpes zóster oftálmico*). Puede resultar afectada cualquier división del NC V, pero es más frecuente en la división oftálmica. Habitualmente se afecta la córnea, con *úlceras corneales* dolorosas y las subsiguientes *cicatrices corneales*.

Pruebas de la función sensitiva del NC V

Para comprobar la función sensitiva del nervio trigémino se pide al paciente que cierre los ojos y responda al notar las diferentes sensaciones. Por ejemplo, se roza suavemente con una gasa seca en la piel de un lado de la cara, y luego en el lado opuesto. La prueba se efectúa sucesivamente en la piel de la frente (NC V_1), la mejilla (NC V_2) y la mandíbula (NC V_3). Se pide al paciente que indique si la sensación es igual en uno y otro lado. A continuación se repite la prueba con instrumentos fríos o calientes, y con un suave pinchazo de aguja, asimismo alternando los lados (fig. C7-14).

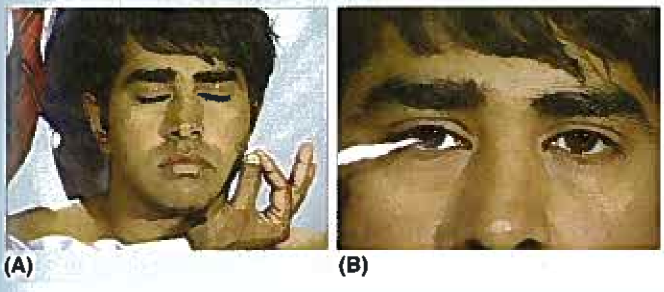


FIGURA C7-14.

Lesiones del nervio facial

Las lesiones de las ramas del nervio facial causan parálisis de los músculos de la cara (parálisis de Bell), con o sin pérdida de la sensibilidad gustativa en los dos tercios anteriores de la lengua, o trastornos secretores de las glándulas lagrimales y salivares (v. el cuadro azul «Parálisis de los músculos de la cara», p. 861). Las lesiones próximas al origen del NC VII desde el puente del encéfalo, o proximales al origen del nervio petroso mayor (en la región del ganglio geniculado), originan una pérdida de las funciones motora, gustativa y autónoma. Las lesiones distales al ganglio geniculado, pero proximales al origen del nervio cuerda del tímpano, producen la misma disfunción, excepto que no se afecta la secreción lagrimal. Las lesiones cercanas al agujero estilomastoideo solamente dan lugar a pérdida de la función motora (es decir, parálisis facial).

La *parálisis del nervio facial* obedece a muchas causas. La causa de parálisis facial no traumática más común es la *inflamación del nervio facial* cerca del agujero estilomastoideo, a menudo por una infección vírica, con edema (tumefacción) y compresión del nervio en el conducto del nervio facial. La lesión del nervio facial puede ocurrir por *fractura del hueso temporal*, con parálisis facial poco después de la lesión. Si el nervio se secciona por completo, las probabilidades de recuperación completa, o incluso parcial, son remotas. La movilidad muscular suele mejorar cuando la lesión nerviosa se debe a un traumatismo craneal cerrado; sin embargo, es posible que la recuperación no sea completa (Rowland, 2005). La parálisis del nervio facial puede ser idiopática (sin causa conocida), pero a menudo se produce tras la exposición al frío, como al ir en coche con la ventanilla abierta.

La parálisis facial puede ser una complicación de la cirugía; por lo tanto, es esencial identificar el nervio facial durante el procedimiento quirúrgico (p. ej., *parotidectomía*, extirpación de la glándula parótida). El nervio facial puede identificarse mejor a su salida del agujero estilomastoideo; si es necesario, puede emplearse la estimulación eléctrica para confirmarlo. La parálisis del facial también puede estar relacionada con la manipulación dental, la vacunación, el embarazo, la infección por VIH, la enfermedad de Lyme (trastorno inflamatorio con cefalea y rigidez de nuca) o las infecciones del oído medio (otitis media).

Dado que los ramos del nervio facial son superficiales, pueden lesionarse por heridas punzantes o por arma de fuego, cortes y traumatismo del parto:

- La *lesión del ramo cigomático* del NC VII causa parálisis, con atonía del orbicular del ojo en el párpado inferior.
- La *parálisis del ramo bucal* del NC VII causa parálisis del buccinador y de la porción superior del orbicular de la boca y de los músculos del labio superior.
- La *parálisis del ramo marginal de la mandíbula* del NC VII puede ocurrir cuando se realiza una incisión a lo largo del borde inferior de la mandíbula. La lesión de este ramo (p. ej., durante el abordaje quirúrgico a la glándula submandibular) causa parálisis de la porción inferior del orbicular de la boca y de los músculos del labio inferior.

Las consecuencias de estas parálisis se exponen en el cuadro azul «Parálisis de los músculos de la cara», en la página 861.

Compresión de la arteria facial

La arteria facial puede ocluirse por presión contra la mandíbula en el punto de cruce de este vaso. Debido a las numerosas anastomosis existentes entre las ramas de la arteria facial y las otras arterias de la cara, la compresión unilateral de la arteria facial no detiene la hemorragia debida a una herida de la cara que lesione dicha arteria o una de sus ramas. En las heridas del labio hay que ejercer presión en ambos lados del corte para que cese la hemorragia. En general, las heridas de la cara sangran abundantemente y curan con rapidez.

Pulsos de las arterias de la cara y el cuero cabelludo

Los pulsos de las arterias temporal superficial y facial pueden utilizarse para contar las pulsaciones. Por ejemplo, los anestesistas, a la cabecera de la mesa de operaciones, a menudo toman el *pulso temporal* en el punto de cruce de la arteria temporal superficial con la apófisis cigomática, inmediatamente por delante de la oreja. Con los dientes apretados, puede palparse el *pulso facial* en el punto donde la arteria facial cruza el borde inferior de la mandíbula, inmediatamente anterior al músculo masetero (fig. 7-24B).

Estenosis de la arteria carótida interna

En el ángulo medial del ojo se produce una anastomosis entre la arteria facial, rama de la arteria carótida externa, y las ramas cutáneas de la arteria carótida interna. Al avanzar la edad, la arteria carótida interna puede estrecharse (estenosarse) por un engrosamiento arteroesclerótico de la íntima de las arterias. Debido a la anastomosis arterial, las estructuras intracraneales como el encéfalo pueden ser irrigadas por la conexión entre la arteria facial y la rama nasal dorsal de la arteria oftálmica.

Heridas del cuero cabelludo

Las *heridas del cuero cabelludo* son la causa más común de traumatismo craneal que requiere atención quirúrgica. Estas heridas sangran abundantemente porque las arterias que llegan a la periferia del cuero cabelludo sangran desde ambos extremos por la existencia de abundantes anastomosis. Además, las arterias no se retraen al quedar seccionadas, y se mantienen abiertas por la acción del tejido conectivo denso en la segunda capa del cuero cabelludo. El espasmo del músculo occipitofrontal puede aumentar la abertura de las heridas del cuero cabelludo. Las hemorragias por heridas del cuero cabelludo pueden tener un desenlace fatal si no se controlan (p. ej., por sutura).

Carcinoma escamoso del labio

El carcinoma escamoso del labio suele afectar al labio inferior (fig. C7-15). La sobreexposición al sol durante muchos años es un factor común en estos casos. La irritación crónica por fumar en pipa es también una causa contribuyente. Las células cancerosas procedentes de la parte central del labio inferior, el suelo de la boca y el vértice de la lengua, se propagan a los *nódulos linfáticos submentonianos*, mientras que las procedentes de las partes laterales del labio inferior drenan en los *nódulos linfáticos submandibulares*.

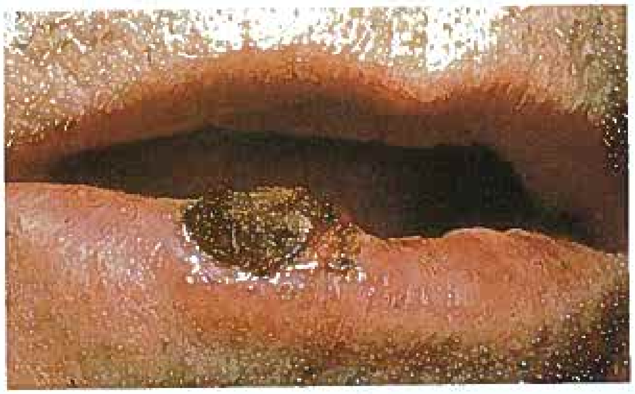


FIGURA C7-15.

Puntos fundamentales

CARA Y CUERO CABELLUDO

La cara nos proporciona nuestra identidad como individuo humano. Por lo tanto, sus defectos congénitos o adquiridos tienen consecuencias más allá de los efectos físicos. ♦ La individualidad de la cara es consecuencia principalmente de las variaciones anatómicas. ♦ El modo en que los músculos faciales modifican los rasgos básicos es fundamental para la comunicación. ♦ Los labios y la forma y el grado de apertura de la boca son componentes importantes del habla, pero el énfasis y las sutilezas del significado vienen dados por nuestras expresiones faciales.

Estructura del cuero cabelludo. El cuero cabelludo es un manto de tejido blando algo movible que cubre la calvaria. ♦ El componente principal del cuero cabelludo es el epicráneo musculoaponeurótico, al cual está firmemente adherida la piel suprayacente, aunque está separado del periostio externo del cráneo (pericráneo) por un tejido areolar laxo. ♦ La capa areolar permite la movilidad del cuero cabelludo sobre la calvaria, así como la separación traumática del cuero cabelludo y el cráneo. ♦ La fijación de la piel a la aponeurosis epicraneal mantiene juntos los bordes de las heridas superficiales; en cambio, las heridas que perforen dicha aponeurosis se abren ampliamente. ♦ Después de un traumatismo craneal puede acumularse sangre en el espacio areolar, profundo a la aponeurosis.

Músculos de la cara y el cuero cabelludo. Los músculos faciales desempeñan papeles importantes como dilatadores y esfínteres de las puertas de entrada de los sistemas alimentario (digestivo), respiratorio y visual (hendiduras bucal y ocular, y narinas), al controlar lo que entra, y algo de lo que sale, del organismo. ♦ Otros músculos faciales ayudan a los músculos de la masticación, para lo cual mantienen el alimento entre los dientes al masticar. ♦ Las partes carnosas de la cara (párpados, mejillas) forman paredes para la contención dinámica de las órbitas y la cavidad bucal. ♦ Todos los músculos faciales derivan del segundo arco faríngeo; por lo tanto, reciben inervación del nervio de este arco, el nervio facial (NC VII). ♦ Los músculos faciales son subcutáneos, la mayoría con un origen esquelético y una inserción cutánea. ♦ La cara carece de la fascia profunda que se halla presente en otros lugares del organismo.

Inervación de la cara y el cuero cabelludo. La cara es muy sensible. Recibe inervación sensitiva de las tres divisiones del nervio trigémino (NC V). ♦ Los principales ramos terminales de cada división llegan al tejido subcutáneo de cada lado de la cara a través de tres agujeros que se hallan alineados verticalmente. ♦ Cada división inerva una determinada zona sensitiva, de modo similar a los dermatomas, pero sin que haya solapamiento de los nervios adyacentes; por lo tanto, las lesiones dan lugar a unas áreas de parestesia distintas y definidas. ♦ Las divisiones del NC V aportan sensibilidad no sólo a la piel superficial de la cara sino también a las mucosas profundas de los sacos conjuntivales, la córnea, la cavidad nasal y los senos paranasales, así como a la cavidad y el vestíbulo bucales. ♦ La piel que cubre el ángulo de la mandíbula está inervada por el nervio auricular mayor, un ramo del plexo cervical. ♦ Ocho nervios aportan sensibilidad al cuero cabelludo: anteriormente a la oreja mediante ramos procedentes de las tres divisiones del NC V, y posteriormente a la oreja mediante ramos de los nervios espinales cervicales. ♦ El nervio facial (NC VII) es el nervio motor de la cara; inerva todos los músculos de la expresión facial, así como el platisma, el vientre occipital del occipitofrontal y los músculos de la oreja que no forman parte propiamente de la cara. ♦ Estos músculos reciben inervación del NC VII principalmente por cinco ramos del plexo nervioso parotídeo.

Vascularización de la cara y el cuero cabelludo. La cara y el cuero cabelludo están muy vascularizados. Las ramas terminales de las arterias de la cara se anastomosan libremente (incluso con anastomosis a través de la línea media con sus homólogas contralaterales). Por lo tanto, las hemorragias por heridas de la cara pueden ser difusas, pues el vaso seccionado sangra por ambos extremos. ♦ La mayoría de las arterias de la cara son ramas, o derivan de ramas, de la arteria carótida externa; las arterias que se originan en la arteria carótida interna que irrigan la frente constituyen excepciones. ♦ La principal arteria de la cara es la arteria facial. ♦ Las arterias del cuero cabelludo se hallan firmemente inmersas en el tejido conectivo denso que cubre la aponeurosis epicraneal. Por lo tanto, cuando se lesionan, estas arterias sangran desde ambos extremos, al igual que las arterias de la cara, pero son menos capaces de contraerse o retraerse que otros vasos superficiales; a consecuencia de ello, las hemorragias son profusas.

Las venas de la cara y el cuero cabelludo acompañan generalmente a las arterias y proporcionan un drenaje venoso principalmente superficial. ♦ Sin embargo, también se anastomosan con el plexo venoso pterigoideo y con los senos venosos de la duramadre a través de venas emisarias, lo que constituye una vía potencialmente peligrosa para la diseminación de las infecciones. ♦ La mayoría de los nervios y vasos del cuero cabelludo discurren verticalmente hacia el vértice; así pues, una herida horizontal puede producir más daño vasculonervioso que una vertical.

El drenaje linfático de la mayor parte de la cara sigue el drenaje venoso hasta los nódulos linfáticos que rodean la base de la parte anterior de la cabeza (nódulos submandibulares, parotídeos y cervicales superficiales). ♦ Una excepción a esta norma es el drenaje linfático de la parte central del labio y el mentón, que inicialmente drena en los nódulos linfáticos submentonianos. Todos los nódulos de la cara drenan a su vez en los nódulos linfáticos cervicales profundos.

MENINGES CRANEALES

Las **meninges craneales** son unas coberturas membranosas del encéfalo que se hallan inmediatamente por dentro del cráneo (figs. 7-15A y 7-28). Las meninges craneales:

- Protegen el encéfalo.
- Constituyen la trama de soporte de arterias, venas y senos venosos.
- Engloban una cavidad llena de líquido, el espacio subaracnoideo, que es vital para la función normal del encéfalo.

Las meninges están compuestas por tres capas de tejido conectivo membranoso (fig. 7-28A, B y D):

1. *Duramadre (dura)*, capa fibrosa externa, fuerte y gruesa.
2. *Aracnoides*, capa intermedia delgada.
3. *Piamadre (pia)*, capa interna delicada y vascularizada.

Las capas intermedia e interna (aracnoides y piamadre) son membranas continuas que reciben en conjunto la denominación de **leptomeninge** (del griego, membrana fina) (fig. 7-28B). La aracnoides está separada de la piamadre por el **espacio subaracnoideo (leptomeníngeo),** que contiene el **líquido cefalorraquídeo** (LCR). Este espacio lleno de líquido ayuda a mantener el balance del líquido extracelular en el encéfalo. El LCR es un líquido transparente cuya constitución es similar a la de la sangre; proporciona nutrientes, pero tiene menos proteínas y una concentración iónica diferente. El LCR se forma en los *plexos coroideos* de los cuatro ventrículos del encéfalo (fig. 7-28A). Este líquido abandona el sistema ventricular y penetra en el espacio subaracnoideo entre la aracnoides y la piamadre, donde almohadilla y nutre el encéfalo.

Duramadre

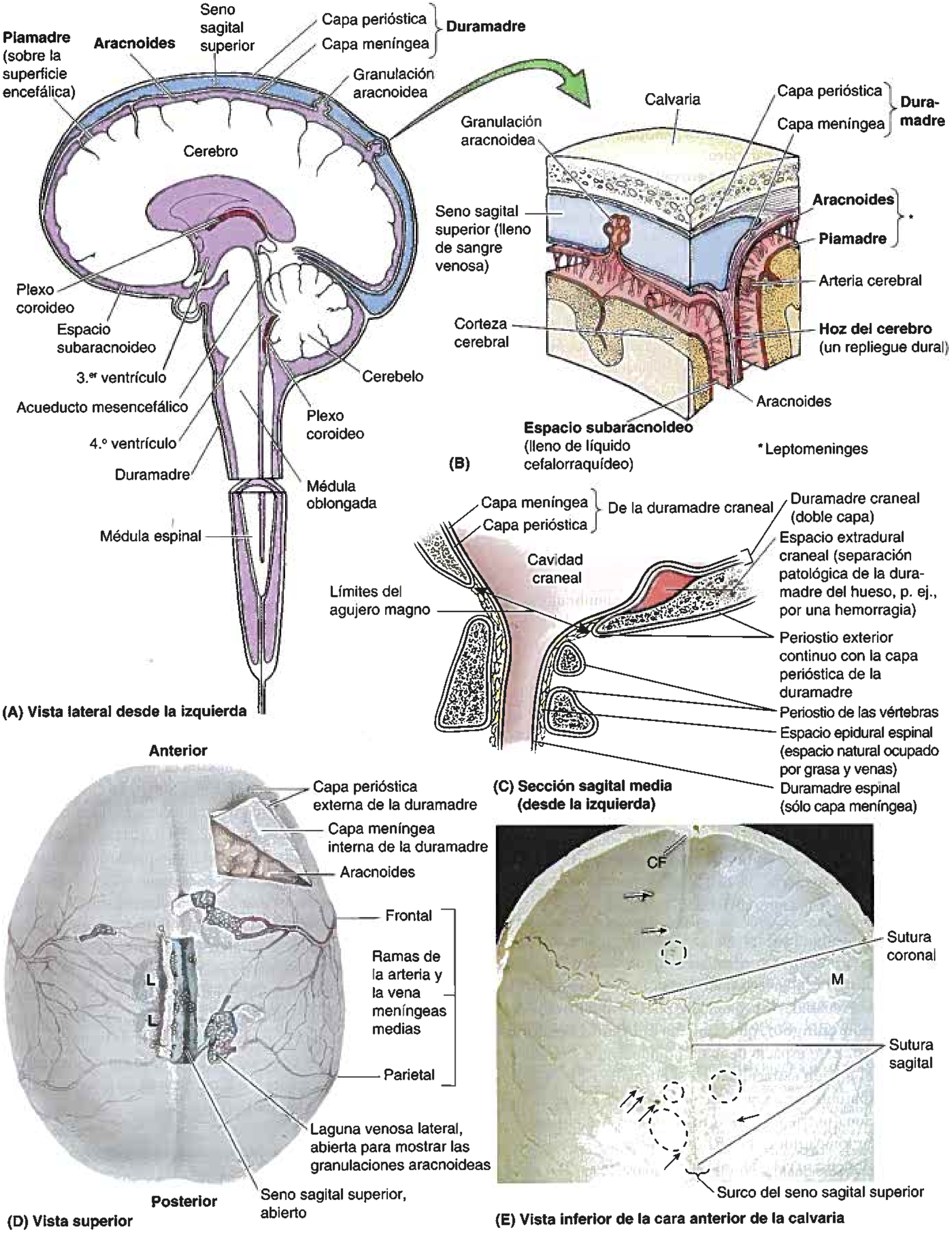
La duramadre es una membrana bilaminar, densa y gruesa; se denomina también *paquimeninge* (fig. 7-28A). Está adherida a la tabla interna de la calvaria. Las dos capas de la duramadre craneal son una *capa perióstica externa*, formada por el periostio que cubre la superficie interna de la calvaria, y una *capa meníngea interna*, o membrana fibrosa fuerte que se continúa en el agujero magno con la duramadre espinal que cubre la médula espinal.

La **capa perióstica externa de la duramadre** se adhiere a la superficie interna del cráneo; su fijación es intensa a lo largo de las suturas y en la base del cráneo (Haines, 2006). La capa perióstica externa se continúa en los agujeros craneales con el periostio de la superficie externa de la calvaria (fig. 7-28C). Esta capa externa no continúa con la duramadre de la médula espinal, que consta sólo de la capa meníngea.

Excepto en los senos y repliegues de la duramadre (fig. 7-28B), la capa meníngea interna está íntimamente fusionada con la capa perióstica y no es posible separarlas (fig. 7-28B y C). En la calvaria, las capas externa e interna de la duramadre fusionadas pueden desprenderse fácilmente de los huesos del cráneo (p. ej., al retirar la calvaria en una autopsia). En la base del cráneo, las dos capas durales están firmemente unidas y resulta difícil separarlas de los huesos. En vida, esta separación en la interfase duramadre-cráneo sólo ocurre patológicamente con la creación de un espacio epidural real (lleno de sangre o líquido).

REPLIEGUES O REFLEXIONES DE LA DURAMADRE

La **capa meníngea interna de la duramadre** es una capa de soporte que se refleja separándose de la capa perióstica externa para formar repliegues (reflexiones) de la duramadre (figs. 7-28B y 7-29).


Piamadre (sobre la superficie encefálica)
Aracnoides
Seno sagital superior
Capa perióstica
Capa meníngea
Duramadre
Granulación aracnoidea
Cerebro
Plexo coroideo
Espacio subaracnoideo
3.er ventrículo
Acueducto mesencefálico
4.° ventrículo
Duramadre
Cerebelo
Plexo coroideo
Médula oblongada
Médula espinal
Calvaria
Capa perióstica
Capa meníngea
Duramadre
Granulación aracnoidea
Seno sagital superior (lleno de sangre venosa)
Aracnoides
Piamadre
*
Arteria cerebral
Corteza cerebral
Hoz del cerebro (un repliegue dural)
Aracnoides
Espacio subaracnoideo (lleno de líquido cefalorraquídeo)
*Leptomeninges
Capa meníngea
Capa perióstica
De la duramadre craneal
Duramadre craneal (doble capa)
Cavidad craneal
Espacio extradural craneal (separación patológica de la duramadre del hueso, p. ej., por una hemorragia)
Límites del agujero magno
Periostio exterior continuo con la capa perióstica de la duramadre
Periostio de las vértebras
Espacio epidural espinal (espacio natural ocupado por grasa y venas)
Duramadre espinal (sólo capa meníngea)
Anterior
Capa perióstica externa de la duramadre
Capa meníngea interna de la duramadre
Aracnoides
Frontal
Ramas de la arteria y la vena meníngeas medias
Parietal
L
L
Laguna venosa lateral, abierta para mostrar las granulaciones aracnoideas
Seno sagital superior, abierto
Posterior
CF
M
Sutura coronal
Sutura sagital
Surco del seno sagital superior

(A) Vista lateral desde la izquierda

(B)

(C) Sección sagital media (desde la izquierda)

(D) Vista superior

(E) Vista inferior de la cara anterior de la calvaria

Los repliegues de la duramadre dividen la cavidad craneal en compartimientos al formar separaciones parciales (tabiques de la duramadre) entre ciertas partes del encéfalo, y proporcionan soporte a otras partes. Los repliegues de la duramadre son:

- *Hoz del cerebro.*
- *Tentorio del cerebelo.*
- *Hoz del cerebelo.*
- *Diafragma de la silla.*

La **hoz del cerebro** es el mayor repliegue de la duramadre. Está situada en la **fisura longitudinal del cerebro** que separa los *hemisferios cerebrales* derecho e izquierdo. La hoz del cerebro se adhiere en el plano medio a la superficie interna de la calvaria, desde la *cresta frontal* del hueso frontal y la crista galli del etmoides, anteriormente, hasta la *protuberancia occipital interna,* posteriormente (figs. 7-29A y 7-30). La hoz del cerebro termina posteriormente continuándose con el tentorio del cerebelo.

El **tentorio (tienda) del cerebelo,** el segundo mayor repliegue de la duramadre, es un amplio tabique semilunar que separa los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales del cerebelo. El tentorio del cerebelo se une anteriormente a las apófisis clinoides del esfenoides, anterolateralmente a la porción petrosa del temporal, y posterolateralmente a la cara interna del hueso occipital y a parte del hueso parietal.

La hoz del cerebro se une al tentorio del cerebelo y tira de él hacia arriba, lo que le confiere el aspecto de una tienda de campaña. El tentorio del cerebelo divide la cavidad craneal en los *compartimientos supratentorial* e *infratentorial.* La hoz del cerebro divide el compartimiento supratentorial en dos mitades, derecha e izquierda. El borde anteriomedial cóncavo del tentorio del cerebelo es libre y presenta una hendidura denominada **incisura del tentorio,** a través de la cual el tronco del encéfalo (mesencéfalo, puente y médula oblongada) se extiende desde la fosa craneal posterior hasta la fosa craneal media (fig. 7-31A y B).

La **hoz del cerebelo** es un repliegue vertical de la duramadre que se sitúa inferior al tentorio del cerebelo en la parte posterior de la fosa craneal posterior (figs. 7-29 y 7-30). Está unida a la cresta occipital interna y separa parcialmente los hemisferios del cerebelo.

El **diafragma de la silla,** el menor de los repliegues de la duramadre, es una lámina circular de duramadre que está suspendida entre las apófisis clinoides, formando un techo incompleto sobre la fosa hipofisaria en el esfenoides (fig. 7-29A). El diafragma de la silla cubre la hipófisis en esta fosa y tiene una abertura para el paso del infundíbulo y las venas hipofisarias.

SENOS VENOSOS DE LA DURAMADRE

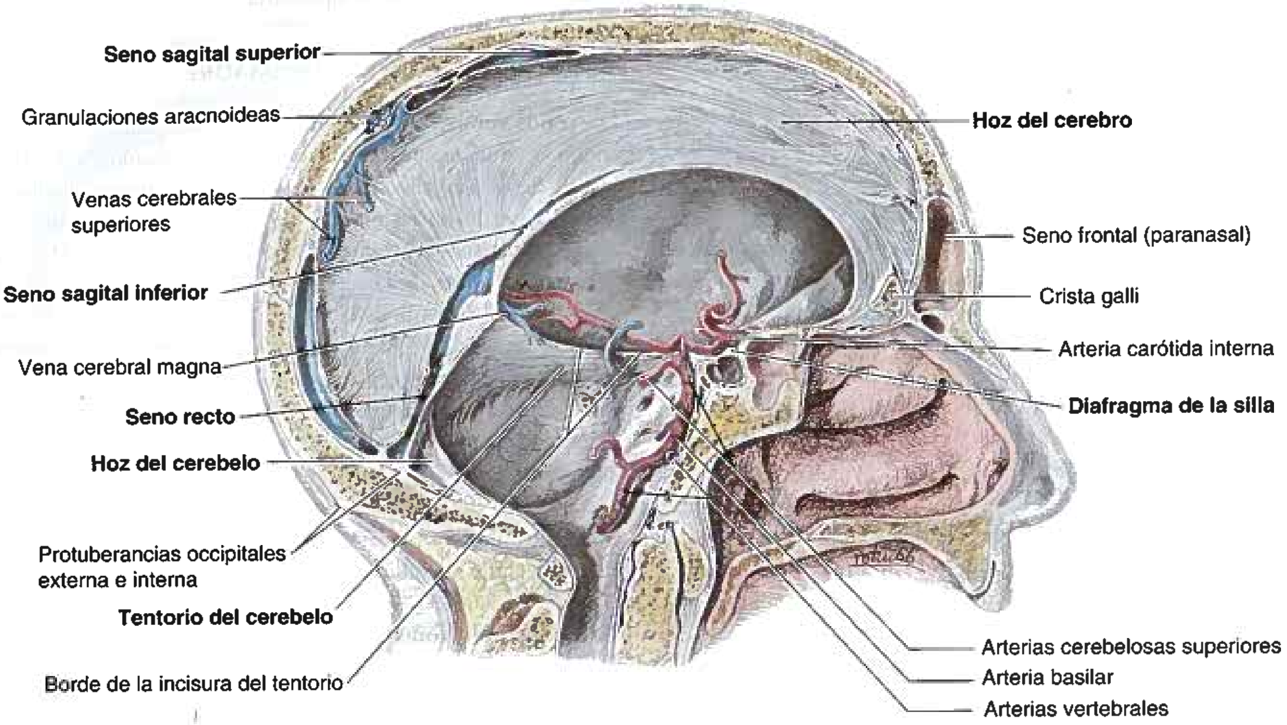
Los **senos venosos de la duramadre** son espacios revestidos de endotelio situados entre las capas perióstica y meníngea de la duramadre. Se forman allí donde se adhieren los tabiques de duramadre a lo largo del borde libre de la hoz del cerebro y en relación con ciertas formaciones de la base del cráneo (figs. 7-29, 7-31 y 7-32). Las grandes venas de la superficie del encéfalo drenan en estos senos, y la mayor parte de la sangre del encéfalo drena a través de ellos en las venas yugulares internas. El **seno sagital superior** se sitúa en el borde convexo de adhesión de la hoz del cerebro (fig. 7-29). Se inicia en la crista galli y finaliza cerca de la protuberancia occipital interna (fig. 7-30) en la **confluencia de los senos,** lugar de encuentro de los senos sagital superior, recto, occipital y transversos (fig. 7-32). El seno sagital superior recibe las venas cerebrales superiores y se comunica a cada lado, a través de orificios semejantes a hendiduras, con las **lagunas venosas laterales,** expansiones laterales del seno sagital superior (fig. 7-29D).

Las **granulaciones aracnoideas** (acúmulos de vellosidades aracnoideas) son prolongaciones en forma de penacho de la aracnoides, que protruyen a través de la capa meníngea de la duramadre en los senos venosos de la duramadre, especialmente en las lagunas laterales, e influyen en el paso del LCR al sistema venoso (figs. 7-29B y D, y 7-35). El aumento de tamaño de las granulaciones aracnoideas (a menudo denominadas *cuerpos de Pacchioni*) puede erosionar el hueso y formar depresiones en la calvaria denominadas **fositas granulares** (fig. 7-28E). Habitualmente se observan en la vecindad de los senos sagital superior, transversos y algunos otros senos venosos de la duramadre. Las granulaciones aracnoideas están adaptadas estructuralmente para el transporte de LCR desde el espacio subaracnoideo hasta el sistema venoso (v. «Cisternas subaracnoideas», p. 880).

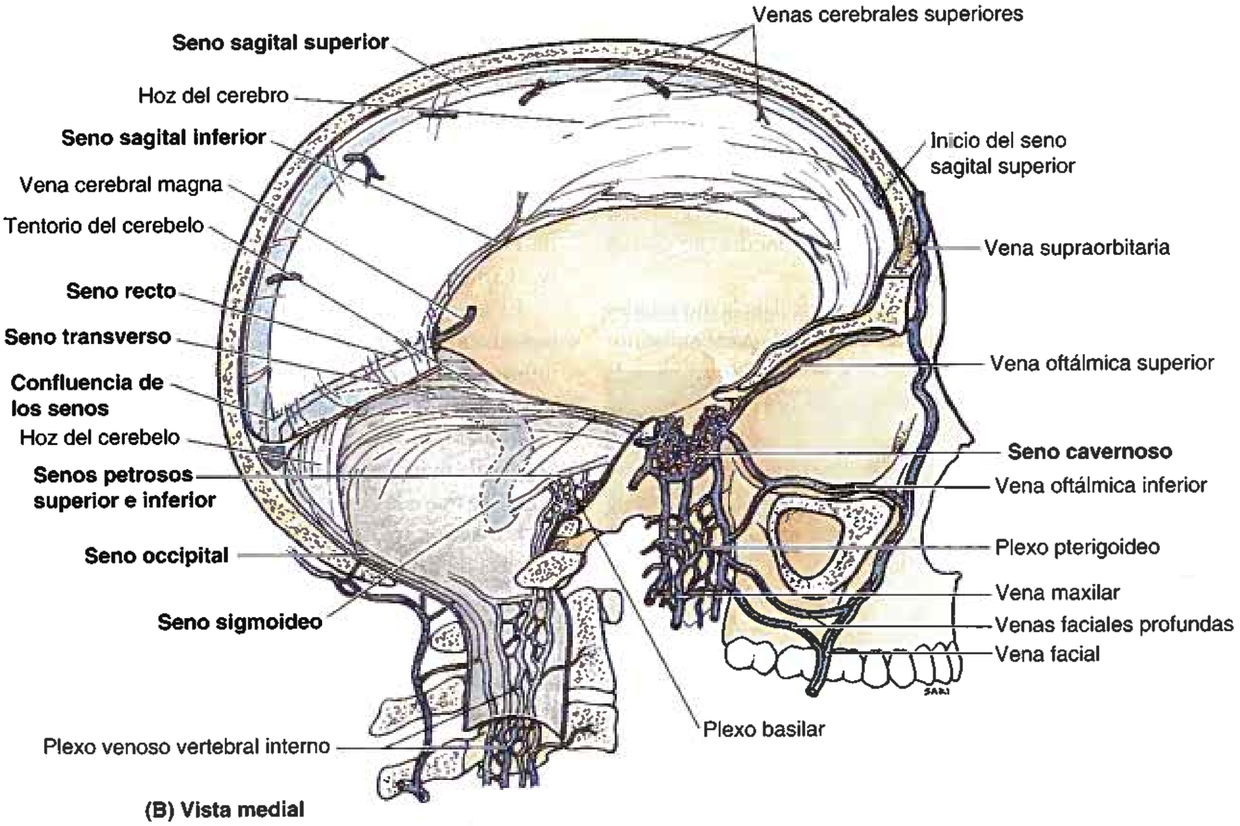
El **seno sagital inferior** es mucho más pequeño que el seno sagital superior (fig. 7-29). Discurre por el borde libre cóncavo inferior de la hoz del cerebro y finaliza en el seno recto. El **seno recto** está formado por la unión del seno sagital inferior con la *vena cerebral magna.* Discurre inferoposteriormente a lo largo de la línea de unión de la hoz del cerebro con el tentorio del cerebelo, donde se une a la confluencia de los senos.

Los **senos transversos** discurren lateralmente desde la confluencia de los senos y forman un surco en cada hueso occipital y

FIGURA 7-28. Meninges y relación con la calvaria, el encéfalo y la médula espinal. A. La duramadre y el espacio subaracnoideo *(lila)* rodean el encéfalo y se continúan con los que rodean la médula espinal. **B.** Las dos capas de la duramadre se separan para formar los senos venosos de la duramadre, como el seno sagital superior. Las granulaciones aracnoideas sobresalen a través de la capa meníngea de la duramadre en los senos venosos de la duramadre y transfieren líquido cefalorraquídeo (LCR) al sistema venoso. **C.** El espacio epidural espinal normal (extradural) lleno de grasa y venas no se continúa con el espacio epidural craneal potencial o patológico. La duramadre craneal tiene dos capas, mientras que la duramadre espinal sólo tiene una. **D.** Se ha retirado la calvaria para mostrar la capa externa (perióstica) de la duramadre. En el plano medio, se ha cortado y retirado una parte del grueso techo del seno sagital superior; lateralmente se reflejan partes del delgado techo de dos lagunas laterales (L), para mostrar las abundantes granulaciones aracnoideas, que son las encargadas de la absorción de LCR. A la derecha se ha reclinado hacia delante un colgajo angular de duramadre; se ven los giros (circunvoluciones) de la corteza cerebral a través de la aracnoides. **E.** La cara interna de la calvaria muestra fositas (*líneas de puntos,* fositas granulares) en los huesos frontal y parietal, producidas por granulaciones aracnoideas aumentadas de tamaño o agrupaciones de otras más pequeñas (como en D). Muchas pequeñas venas emisarias pasan entre el seno sagital superior y las venas del diploe y el cuero cabelludo a través de pequeños agujeros emisarios *(flechas)* localizados a ambos lados de la sutura sagital. El surco vascular sinuoso (M) en la pared lateral está formado por la rama frontal de la arteria meníngea media. La hoz del cerebro se fija por delante a la cresta frontal (CF).

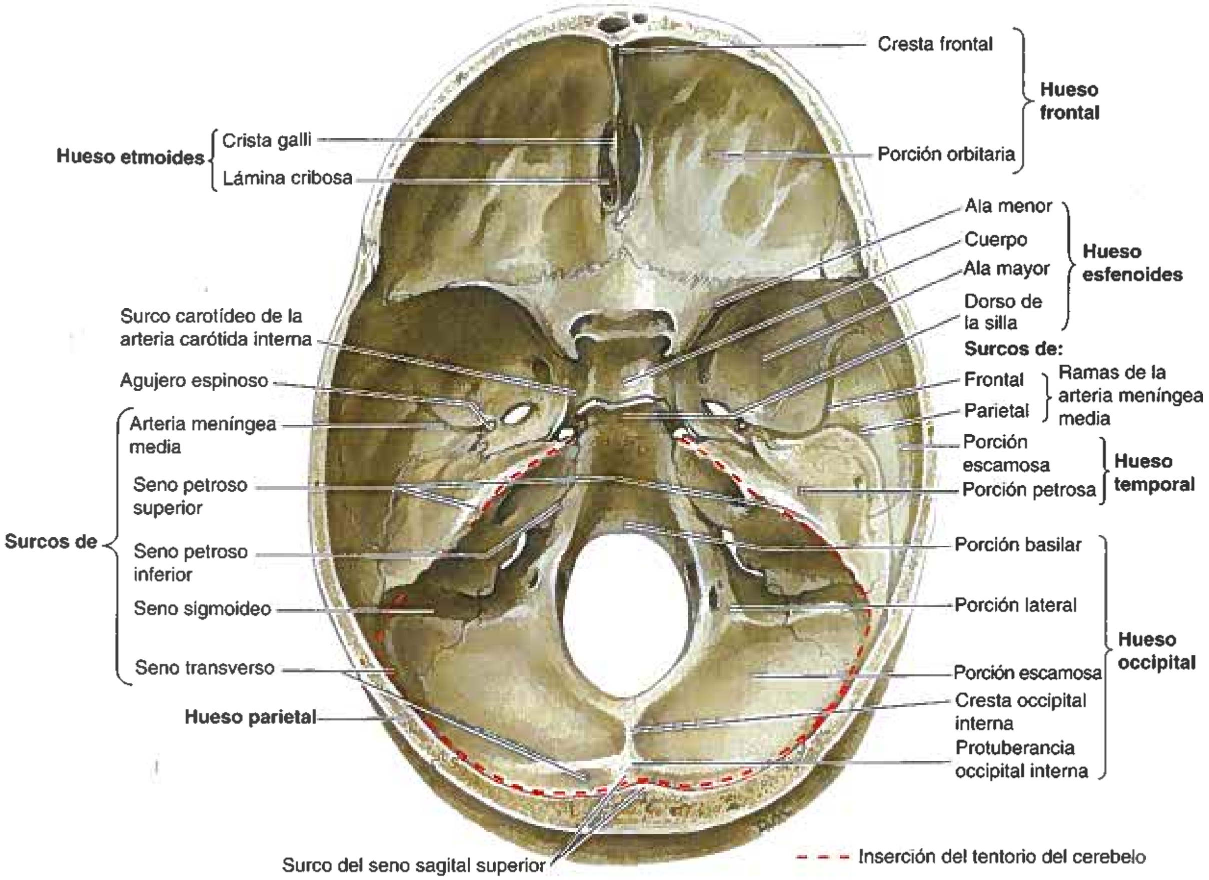

Seno sagital superior
Granulaciones aracnoideas
Venas cerebrales superiores
Seno sagital inferior
Vena cerebral magna
Seno recto
Hoz del cerebelo
Protuberancias occipitales externa e interna
Tentorio del cerebelo
Borde de la incisura del tentorio
Hoz del cerebro
Seno frontal (paranasal)
Crista galli
Arteria carótida interna
Diafragma de la silla
Arterias cerebelosas superiores
Arteria basilar
Arterias vertebrales

(A) Vista medial


Venas cerebrales superiores
Seno sagital superior
Hoz del cerebro
Seno sagital inferior
Vena cerebral magna
Tentorio del cerebelo
Seno recto
Seno transverso
Confluencia de los senos
Hoz del cerebelo
Senos petrosos superior e inferior
Seno occipital
Seno sigmoideo
Plexo venoso vertebral interno
Inicio del seno sagital superior
Vena supraorbitaria
Vena oftálmica superior
Seno cavernoso
Vena oftálmica inferior
Plexo pterigoideo
Vena maxilar
Venas faciales profundas
Vena facial
Plexo basilar

(B) Vista medial

FIGURA 7-29. Repliegues (reflexiones) y senos venosos de la duramadre. Se muestra el lado izquierdo tras la bisección de la cabeza. **A.** En el plano medio se orientan verticalmente dos repliegues (tabiques) de la duramadre en forma de hoz: la hoz del cerebro y la hoz del cerebelo; horizontalmente se sitúan dos pliegues a modo de techo: el tentorio del cerebelo y el diafragma de la silla. **B.** Senos venosos de la duramadre y sus comunicaciones.


Cresta frontal
Hueso frontal
Porción orbitaria
Hueso etmoides
Crista galli
Lámina cribosa
Ala menor
Cuerpo
Ala mayor
Dorso de la silla
Hueso esfenoides
Surco carotídeo de la arteria carótida interna
Agujero espinoso
Surcos de:
Frontal
Parietal
Ramas de la arteria meníngea media
Arteria meníngea media
Seno petroso superior
Seno petroso inferior
Seno sigmoideo
Seno transverso
Surcos de
Porción escamosa
Porción petrosa
Hueso temporal
Porción basilar
Porción lateral
Porción escamosa
Cresta occipital interna
Protuberancia occipital interna
Hueso occipital
Hueso parietal
Surco del seno sagital superior
Inserción del tentorio del cerebelo

Vista superior de la cara interna de la base del cráneo

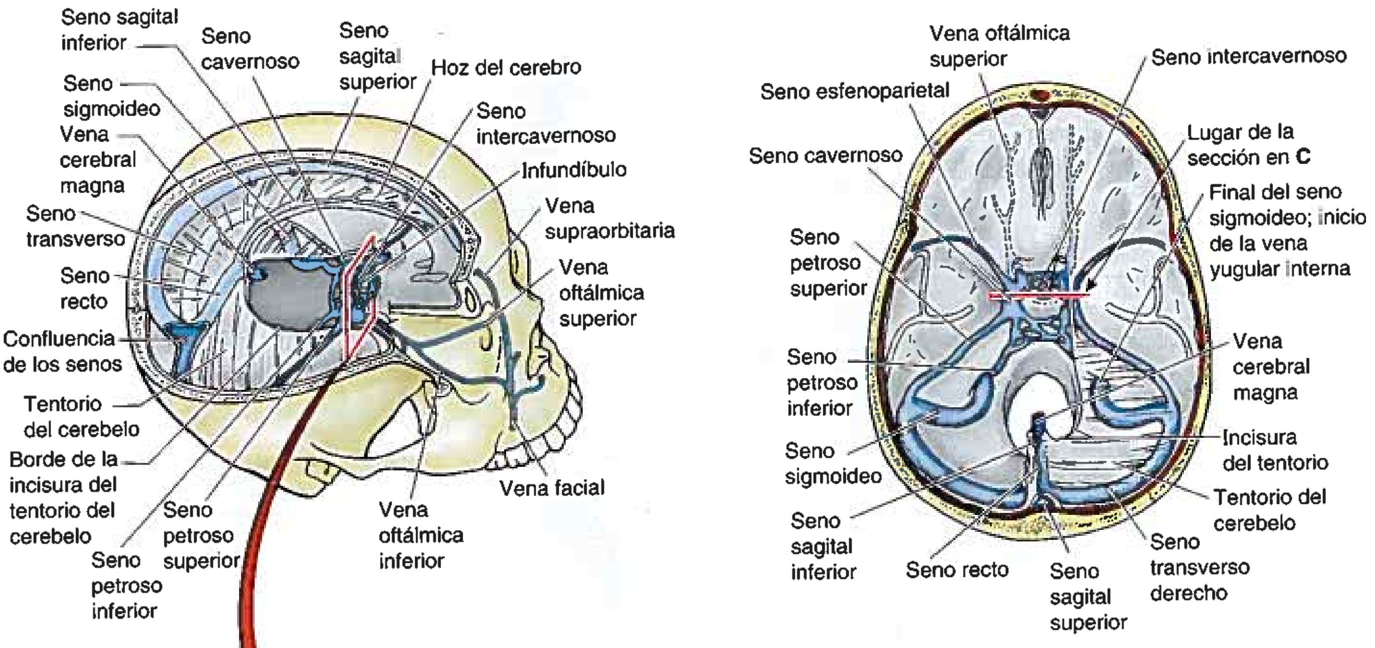
FIGURA 7-30. Interior de la base del cráneo. La protuberancia occipital interna se forma en relación con la confluencia de los senos (fig. 7-31A), y los surcos se forman en la base del cráneo por los senos venosos de la duramadre (p. ej., seno sigmoideo). El tentorio del cerebelo se fija a lo largo de la longitud de los senos transversos y petrosos superiores *(línea de trazos)*.

los ángulos posteroinferiores de los huesos parietales (figs. 7-30 a 7-32). Los senos transversos cursan a lo largo de los bordes posterolaterales de unión del tentorio del cerebelo y luego se transforman en los senos sigmoideos cerca de la cara posterior de la porción petrosa de los huesos temporales. La sangre que llega a la *confluencia de los senos* drena en los senos transversos, aunque raras veces de un modo igual, pues habitualmente predomina el izquierdo (cuyo tamaño es mayor).

Los **senos sigmoideos** siguen un recorrido en forma de S en la fosa craneal posterior, formando profundos surcos en los huesos temporales y occipital. Cada seno sigmoideo gira anteriormente y luego continúa inferiormente como vena yugurlar interna después de atravesar el agujero yugular. El **seno occipital** se sitúa en el borde de adhesión de la hoz del cerebelo y finaliza superiormente en la confluencia de los senos (fig. 7-29B). El seno occipital comunica inferiormente con el *plexo venoso vertebral interno* (figs. 7-29B y 7-33).

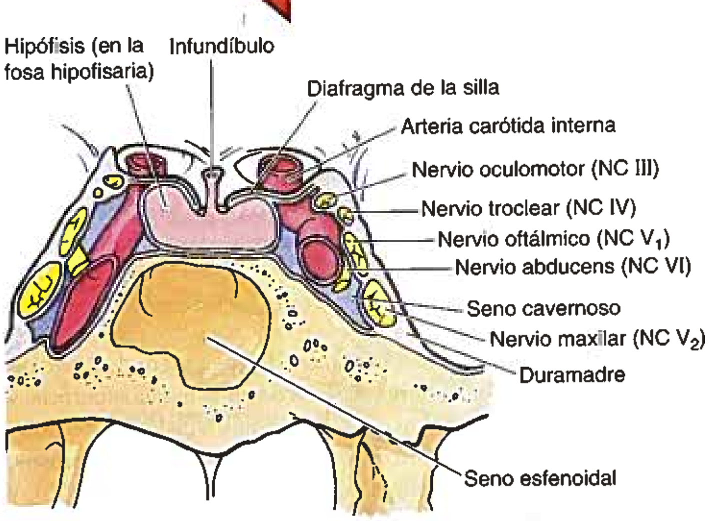
El **seno cavernoso,** un gran plexo venoso, se sitúa a cada lado de la silla turca en la cara superior del cuerpo del esfenoides, que contiene el seno (aéreo) esfenoidal (figs. 7-29B y 7-31). El seno cavernoso se compone de un plexo venoso de venas con paredes extremadamente delgadas, que se extiende desde la fisura orbitaria superior, anteriormente, hasta el vértice de la porción petrosa del hueso temporal posteriormente. Recibe sangre de las venas oftálmicas superior e inferior, la vena cerebral media superficial y el seno esfenoparietal. Los conductos venosos de los senos cavernosos comunican entre sí a través de los **senos intercavernosos,** anterior y posteriormente al tallo hipofisario (fig. 7-31A y B), y a veces mediante venas inferiormente a la hipófisis. Los senos cavernosos drenan posteroinferiormente a través de los senos petrosos superior e inferior, y por medio de venas emisarias en los *plexos basilar* y *pterigoideos* (fig. 7-29B).

Dentro del seno cavernoso se halla la **arteria carótida interna,** con sus pequeñas ramas, rodeada por el plexo carotídeo nervioso simpático y el nervio abducens (NC VI) (fig. 7-31C). Los nervios oculomotor (NC III) y troclear (NC IV), así como dos de las tres divisiones del nervio trigémino (NC V), se hallan englobados en la pared lateral del seno. La arteria, portadora de sangre caliente desde el interior del cuerpo, atraviesa el seno que está lleno de sangre más fría que retorna de los capilares periféricos del cuerpo, lo que permite el intercambio de calor para conservar la energía o enfriar la sangre arterial. Este mecanismo no es tan importante en el ser humano como en los animales corredores (p. ej., el caballo y el guepardo), cuya carótida interna sigue un curso más largo y tortuoso a través de los senos cavernosos, lo que permite el enfria-


Seno sagital inferior
Seno cavernoso
Seno sagital superior
Hoz del cerebro
Seno sigmoideo
Seno intercavernoso
Vena cerebral magna
Infundíbulo
Seno transverso
Vena supraorbitaria
Seno recto
Vena oftálmica superior
Confluencia de los senos
Tentorio del cerebelo
Borde de la incisura del tentorio del cerebelo
Seno petroso superior
Seno petroso inferior
Vena oftálmica inferior
Vena facial
Vena oftálmica superior
Seno intercavernoso
Seno esfenoparietal
Seno cavernoso
Lugar de la sección en C
Final del seno sigmoideo; inicio de la vena yugular interna
Seno petroso superior
Vena cerebral magna
Seno petroso inferior
Incisura del tentorio
Seno sigmoideo
Tentorio del cerebelo
Seno sagital inferior
Seno recto
Seno sagital superior
Seno transverso derecho

(A) Vista superolateral

(B) Vista superior


Hipófisis (en la fosa hipofisaria)
Infundíbulo
Diafragma de la silla
Arteria carótida interna
Nervio oculomotor (NC III)
Nervio troclear (NC IV)
Nervio oftálmico (NC V$_1$)
Nervio abducens (NC VI)
Seno cavernoso
Nervio maxilar (NC V$_2$)
Duramadre
Seno esfenoidal

(C) Vista posterior de la sección frontal del seno cavernoso

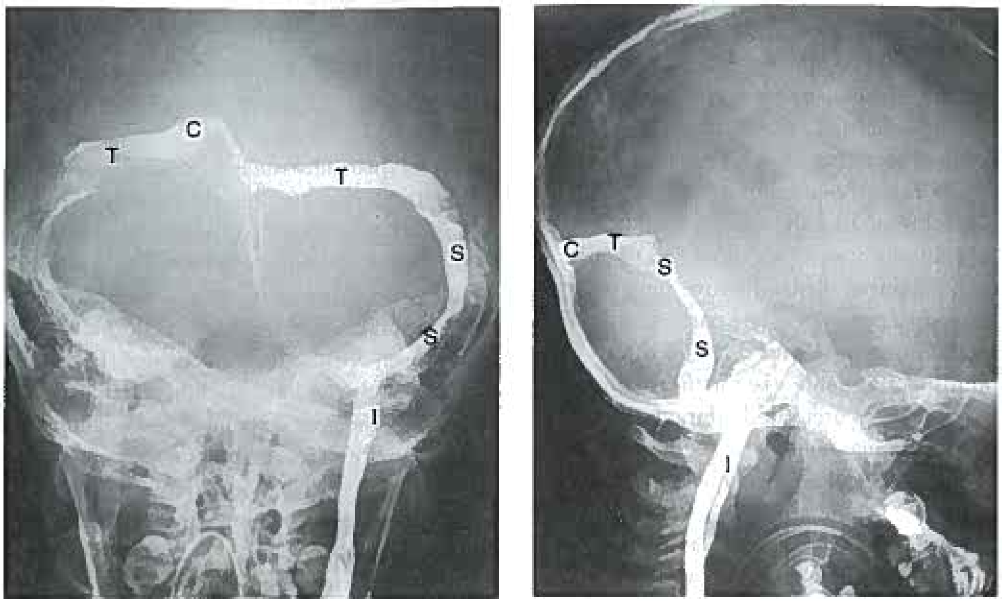
FIGURA 7-31. Senos venosos de la duramadre. La sangre del encéfalo drena en los senos de la duramadre. **A.** Se ha retirado el encéfalo y parte de la calvaria para mostrar los senos relacionados con la hoz del cerebro y el tentorio del cerebelo. **B.** La vista del interior de la base del cráneo muestra la mayoría de las comunicaciones de los senos cavernosos (la comunicación inferior con el plexo venoso pterigoideo es una excepción notable) y el drenaje de la confluencia de los senos. Las venas oftálmicas drenan en los senos cavernosos. **C.** La orientación y la colocación de esta sección de los senos cavernosos y el cuerpo del esfenoides se indican en las partes **A** y **B.** El seno cavernoso se sitúa de forma bilateral en la cara lateral del cuerpo hueco del esfenoides y la fosa hipofisaria. Las arterias carótidas internas, que presentan ángulos agudos, se han cortado dos veces. Inferiormente se han seccionado las partes cavernosas de las arterias a su paso anteriormente a lo largo del surco carotídeo hacia el ángulo agudo de la arteria (los radiólogos denominan a este ángulo «sifón carotídeo»); superiormente, las partes cerebrales de las arterias están seccionadas al pasar posteriormente desde el ángulo para unirse al círculo arterial del cerebro.

miento de la sangre antes de penetrar en el encéfalo. Se afirma que las pulsaciones de la arteria dentro del seno cavernoso favorecen la propulsión de la sangre venosa de los senos, al igual que ocurre con la fuerza de la gravedad (Standring, 2005).

Los **senos petrosos superiores** discurren desde los extremos posteriores de las venas que componen los senos cavernosos hasta los senos transversos en el punto donde estos senos se incurvan inferiormente para formar los senos sigmoideos (fig. 7-32B). Cada seno petroso superior está situado en el borde de adhesión anterolateral del tentorio del cerebelo, que se une al borde superior (cresta) de la porción petrosa del hueso temporal (fig. 7-30).

Los **senos petrosos inferiores** también comienzan en el extremo posterior de cada seno cavernoso (fig. 7-31A y B). Cada seno petroso inferior discurre por un surco situado entre la porción petrosa del hueso temporal y la porción basilar del hueso occipital (fig. 7-30). El seno petroso inferior drena el seno cavernoso directamente en la transición del seno sigmoideo a la vena yugular interna en el agujero yugular (fig. 7-31B). El **plexo basilar** conecta los senos petrosos inferiores y comunica inferiormente con el *plexo venoso vertebral interno* (figs. 7-29B y 7-33).

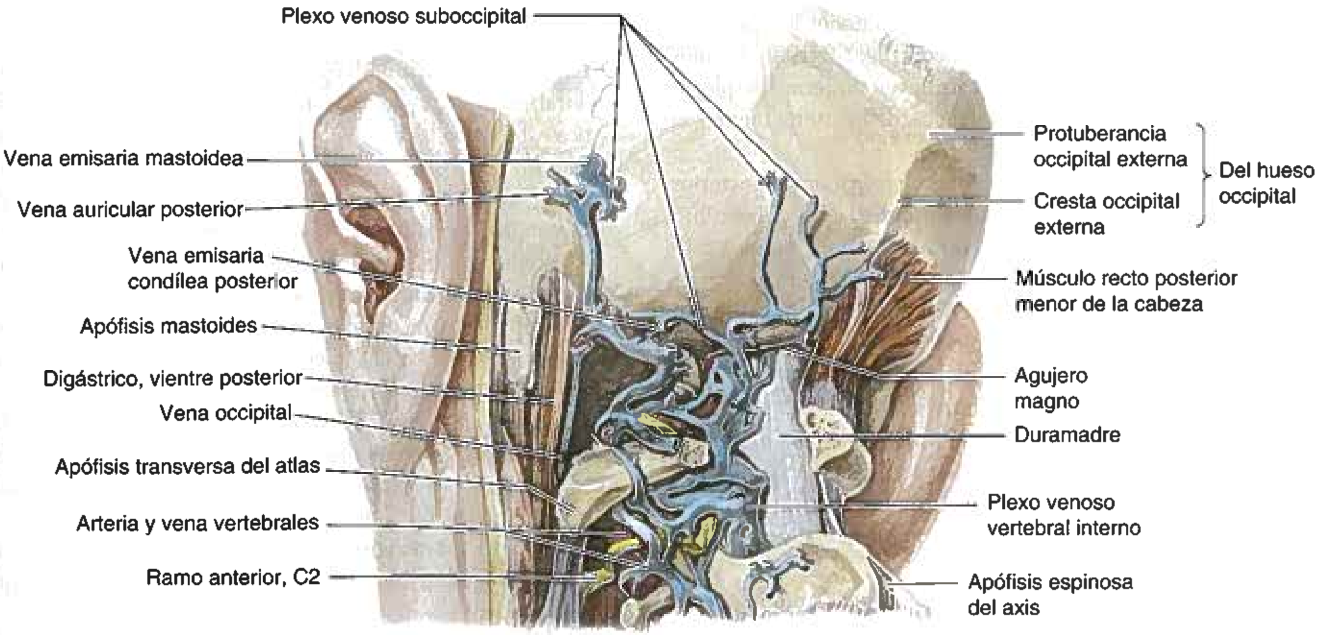
Venas emisarias conectan los senos venosos de la duramadre con venas situadas fuera del cráneo. Aunque carecen de válvulas y la sangre puede fluir en ambas direcciones, el flujo en las venas emisarias habitualmente se aleja del encéfalo. El tamaño y el número de las venas emisarias son variables; muchas pequeñas venas no tienen nombre. Una **vena emisaria**


C
T
T
S
S
I
C
T
S
S
I

(A) Proyección anteroposterior **(B) Proyección lateral**

FIGURA 7-32. Venografía de los senos de la duramadre. A y B. En estos estudios radiográficos, el contraste radiopaco inyectado en el sistema arterial ha circulado por los capilares del encéfalo y se ha acumulado en los senos venosos de la duramadre. C, confluencia de los senos; I, vena yugular interna; S, seno sigmoideo; T, seno transverso. En la proyección anteroposterior **(A),** obsérvese la dominancia del lado izquierdo en el drenaje de la confluencia de los senos. (Cortesía del Dr. D. Armstrong, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

frontal está presente en los niños y algunos adultos. Atraviesa el agujero ciego del cráneo y conecta el seno sagital superior con las venas del seno frontal y las cavidades nasales. Una **vena emisaria parietal,** que puede ser par bilateralmente, atraviesa el agujero parietal en la calvaria y conecta el seno sagital superior con las venas externas a él, particularmente las del cuero cabelludo (v. fig. 7-8A y C). Una **vena emisaria mastoidea** atraviesa el agujero mastoideo y conecta cada seno sigmoideo con la *vena occipital* o *auricular posterior* ((fig. 7-33). También puede haber una **vena emisaria condílea posterior,** que pasa a través del conducto condíleo y conecta el seno sigmoideo con el *plexo venoso suboccipital*.


Plexo venoso suboccipital
Vena emisaria mastoidea
Vena auricular posterior
Vena emisaria condílea posterior
Apófisis mastoides
Digástrico, vientre posterior
Vena occipital
Apófisis transversa del atlas
Arteria y vena vertebrales
Ramo anterior, C2
Protuberancia occipital externa
Cresta occipital externa
Del hueso occipital
Músculo recto posterior menor de la cabeza
Agujero magno
Duramadre
Plexo venoso vertebral interno
Apófisis espinosa del axis

Vista posterolateral

FIGURA 7-33. Disección profunda de la región suboccipital. El sistema venoso vertebral externo cuenta con numerosas intercomunicaciones y conexiones, algunas de las cuales se muestran aquí. Superiormente, el sistema se comunica con las venas del cuero cabelludo y los senos venosos intracraneales, a través del agujero magno, los agujeros mastoideos y los conductos condíleos. En sentido anteromedial, pasa entre las láminas y por los agujeros intervertebrales, para comunicarse con el plexo venoso vertebral interno y las venas que rodean la arteria vertebral.

VASCULARIZACIÓN DE LA DURAMADRE

Las **arterias de la duramadre** aportan más sangre a la calvaria que a la duramadre. El mayor de estos vasos, la **arteria meníngea media,** es una rama de la arteria maxilar (fig. 7-28D). Penetra en el suelo de la fosa craneal media a través del *agujero espinoso* (fig. 7-30), discurre lateralmente en la fosa y gira superoanteriormente sobre el ala mayor del esfenoides, donde se divide en las ramas anterior y posterior (fig. 7-28D). La **rama anterior** de la arteria meníngea media discurre superiormente al pterión y luego se incurva posteriormente para ascender hacia el vértice del cráneo. La **rama posterior** de la arteria meníngea media discurre posterosuperiormente y se ramifica sobre la cara posterior del cráneo. Pequeñas áreas de la duramadre reciben irrigación de otras arterias: ramas meníngeas de las arterias oftálmicas, ramas de las arterias occipitales y pequeñas ramas de las arterias vertebrales.

Las **venas de la duramadre** acompañan a las arterias meníngeas, a menudo por pares. Las **venas meníngeas medias** acompañan a la arteria meníngea media, abandonan la cavidad craneal a través del agujero espinoso o el agujero oval, y drenan en el *plexo venoso pterigoideo* (fig. 7-29B).

INERVACIÓN DE LA DURAMADRE

La duramadre sobre el suelo de las fosas craneales anterior y media, y sobre el techo de la fosa craneal posterior, está inervada por ramos meníngeos que surgen directa o indirectamente del nervio trigémino (NC V) (fig. 7-34). Existen tres divisiones del NC V (NC V_1, NC V_2 y NC V_3), cada una de las cuales aporta uno o varios ramos meníngeos. Los **ramos meníngeos anteriores de los nervios etmoidales** (NC V_1) y los **ramos meníngeos de los nervios maxilar** (NC V_2) y **mandibular** (NC V_3) inervan la duramadre de la fosa craneal anterior. Los dos últimos nervios inervan también la duramadre de la fosa craneal media (fig. 7-34B). Los ramos meníngeos de NC V_2 y NC V_3 se distribuyen en forma de plexos periarteriales que acompañan a las ramas de la arteria meníngea media (fig. 7-34A, *recuadro*).

La duramadre que forma el techo de la fosa craneal posterior (tentorio del cerebelo) y la parte posterior de la hoz del cerebro está inervada por el **nervio tentorial** (un ramo del nervio oftálmico), mientras que la parte anterior de la hoz del cerebro es inervada por ramos ascendentes de los ramos meníngeos anteriores (fig. 7-34A). La duramadre del suelo de la fosa craneal posterior recibe fibras sensitivas de los ganglios espinales de C2 y C3, vehiculadas por dichos nervios espinales o por fibras transferidas a ellos y que discurren centralmente con los nervios vago (NC X) e hipogloso (NC XII). Las terminaciones sensitivas son más numerosas en la duramadre a lo largo de ambos lados del seno sagital superior en el tentorio del cerebelo que en el suelo del cráneo.

Las fibras de la sensibilidad dolorosa son más numerosas allí donde las arterias y las venas discurren por la duramadre. El dolor de origen dural es generalmente referido, percibido como una cefalea iniciada en las regiones cutáneas o mucosas inervadas por el nervio cervical o la división del trigémino implicada.

Aracnoides y piamadre

La **aracnoides** y la **piamadre** (leptomeninges) se desarrollan a partir de una capa única de mesénquima que rodea al encéfalo embrionario, y se convierten en las partes parietal (aracnoides) y visceral (piamadre) de la **leptomeninge** (fig. 7-35). La procedencia de la aracnoides-piamadre de una capa embrionaria única viene indicada en el adulto por las numerosas **trabéculas aracnoideas** existentes entre la aracnoides y la piamadre, que semejan una telaraña y otorgan su nombre a la aracnoides. Las trabéculas se componen de fibroblastos aplanados de formas irregulares que hacen de puente en el espacio subaracnoideo (Haines, 2006). La aracnoides y la piamadre están en continuidad inmediatamente proximal a la salida de cada nervio craneal desde la duramadre. La *aracnoides* contiene fibroblastos, fibras de colágeno y algunas fibras elásticas. Aunque delgada, la aracnoides es lo suficientemente densa como para poder manejarla con pinzas. La aracnoides avascular, aunque estrechamente adosada a la capa meníngea de la duramadre, no está adherida a ella, sino que el contacto se mantiene por la presión que ejerce el LCR.

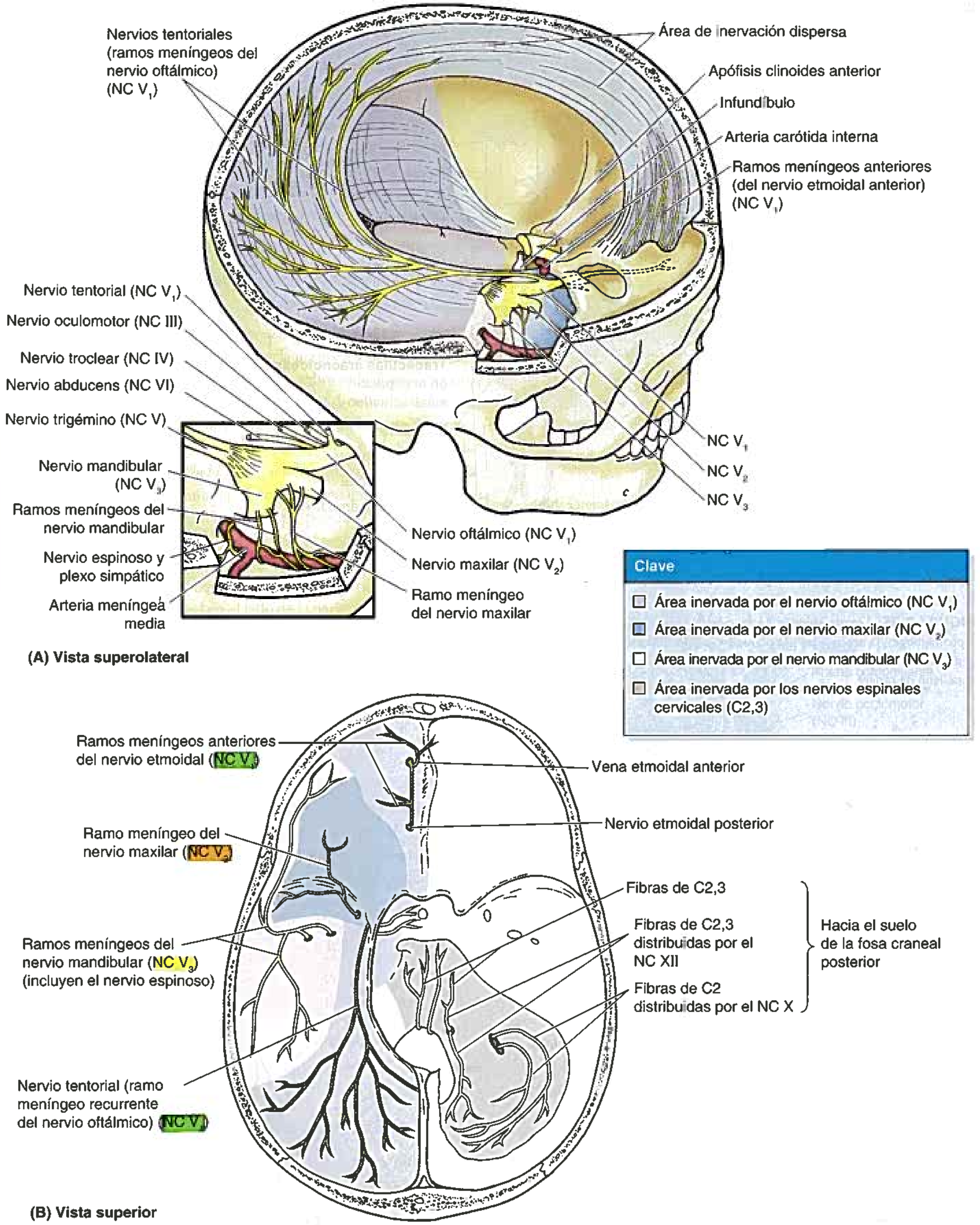
La **piamadre** es una membrana aún más delgada, ricamente vascularizada por una red de finos vasos sanguíneos. La piamadre resulta difícil de ver, pero otorga un aspecto brillante a la superficie del encéfalo, se adhiere a ella y sigue todos sus contornos. Cuando las arterias cerebrales penetran en la corteza cerebral, la piamadre las sigue durante una corta distancia y forma una **cubierta de piamadre** y un **espacio periarterial** (fig. 7-35).

Espacios meníngeos

De los tres «espacios» meníngeos que se mencionan habitualmente en relación con las meninges craneales, sólo uno de ellos existe realmente en ausencia de patología:

- La **interfase duramadre-cráneo** («espacio» extradural o epidural) no es un espacio natural entre el cráneo y la capa perióstica externa de la duramadre, debido a que ésta se halla unida a los huesos. Sólo se convierte en un espacio patológicamente, por ejemplo cuando la sangre de vasos sanguíneos desgarrados se acumula y separa el periostio del cráneo (fig. 7-28C). El espacio epidural potencial o patológico no tiene continuidad con el **espacio epidural espinal** (un espacio natural ocupado por la grasa epidural y un plexo venoso), pues el primero es externo al periostio que tapiza el cráneo, y el segundo es interno al periostio que recubre las vértebras.
- La **unión o interfase duramadre-aracnoides** («espacio subdural») tampoco es un espacio natural entre ambas meninges. Puede desarrollarse un espacio en la capa celular limitante dural a consecuencia de traumatismos craneales (Haines, 2006).
- El **espacio subaracnoideo** entre la aracnoides y la piamadre es un espacio real que contiene LCR, células trabeculares, arterias y venas.

Aunque se afirma comúnmente que el encéfalo «flota» en LCR, en realidad está suspendido por las trabéculas aracnoideas en el espacio subaracnoideo lleno de LCR.


Nervios tentoriales (ramos meníngeos del nervio oftálmico) (NC V₁)
Área de inervación dispersa
Apófisis clinoides anterior
Infundíbulo
Arteria carótida interna
Ramos meníngeos anteriores (del nervio etmoidal anterior) (NC V₁)
Nervio tentorial (NC V₁)
Nervio oculomotor (NC III)
Nervio troclear (NC IV)
Nervio abducens (NC VI)
Nervio trigémino (NC V)
Nervio mandibular (NC V₃)
Ramos meníngeos del nervio mandibular
Nervio espinoso y plexo simpático
Arteria meníngea media
NC V₁
NC V₂
NC V₃
Nervio oftálmico (NC V₁)
Nervio maxilar (NC V₂)
Ramo meníngeo del nervio maxilar
Clave
☐ Área inervada por el nervio oftálmico (NC V₁)
▨ Área inervada por el nervio maxilar (NC V₂)
☐ Área inervada por el nervio mandibular (NC V₃)
▨ Área inervada por los nervios espinales cervicales (C2,3)
Ramos meníngeos anteriores del nervio etmoidal (NC V₁)
Vena etmoidal anterior
Nervio etmoidal posterior
Ramo meníngeo del nervio maxilar (NC V₂)
Fibras de C2,3
Fibras de C2,3 distribuidas por el NC XII
Fibras de C2 distribuidas por el NC X
Hacia el suelo de la fosa craneal posterior
Ramos meníngeos del nervio mandibular (NC V₃) (incluyen el nervio espinoso)
Nervio tentorial (ramo meníngeo recurrente del nervio oftálmico) (NC V₁)

(A) Vista superolateral

(B) Vista superior

FIGURA 7-34. Inervación de la duramadre. A. Se ha retirado el lado derecho de la calvaria y se ha disecado el NC V. Los ramos meníngeos de los nervios maxilar (NC V_2) y mandibular (NC V_3) se distribuyen por la duramadre y la parte lateral de las fosas craneales anterior y media, en forma de plexos periarteriales que acompañan a las ramas de la arteria meníngea media junto con fibras simpáticas vasomotoras del ganglio cervical superior *(recuadro)*. **B.** La cara interna de la base del cráneo muestra la inervación de la duramadre por ramos del trigémino y fibras sensitivas de los nervios espinales cervicales (C2,3) que pasan directamente desde estos nervios o a través de ramos meníngeos de los nervios vago (NC X) e hipogloso (NC XII).

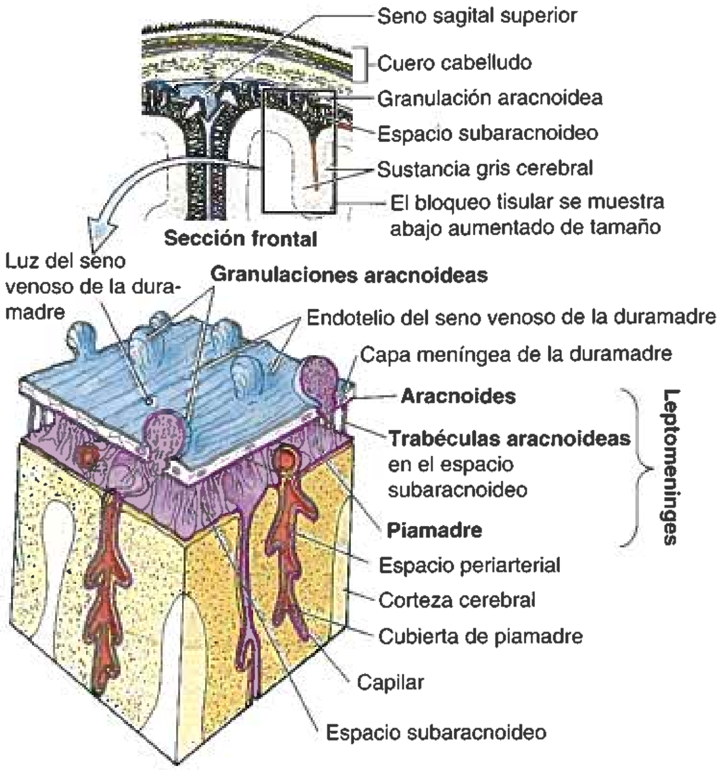

Seno sagital superior
Cuero cabelludo
Granulación aracnoidea
Espacio subaracnoideo
Sustancia gris cerebral
El bloqueo tisular se muestra abajo aumentado de tamaño
Sección frontal
Luz del seno venoso de la duramadre
Granulaciones aracnoideas
Endotelio del seno venoso de la duramadre
Capa meníngea de la duramadre
Aracnoides
Trabéculas aracnoideas en el espacio subaracnoideo
Piamadre
Leptomeninges
Espacio periarterial
Corteza cerebral
Cubierta de piamadre
Capilar
Espacio subaracnoideo

FIGURA 7-35. Leptomeninges. La sección frontal *(arriba)* indica la localización del bloque tisular *(abajo)*. El espacio subaracnoideo separa las dos capas de las leptomeninges, la aracnoides y la piamadre. La presión del LCR mantiene la aracnoides en aposición con la capa meníngea de la duramadre, y en la región del seno sagital superior y de las lagunas venosas adyacentes (fig. 7-28D) las granulaciones aracnoideas se proyectan a través de la duramadre en el seno venoso de ésta lleno de sangre.

CAVIDAD CRANEAL Y MENINGES

Fractura del pterión

La fractura del pterión es potencialmente mortal por su localización *suprayacente a las ramas anteriores de los vasos meníngeos medios*, situadas en surcos sobre la cara interna de la pared lateral de la calvaria (fig. 7-30). El pterión se halla a dos traveses de dedo superiormente al arco cigomático, y a un través de pulgar posteriormente a la apófisis frontal del hueso cigomático (fig. C7-16A). Un golpe potente en el lado de la cabeza puede fracturar los delgados huesos que forman el pterión (fig. 7-4A) y desgarrar la rama anterior de la arteria meníngea

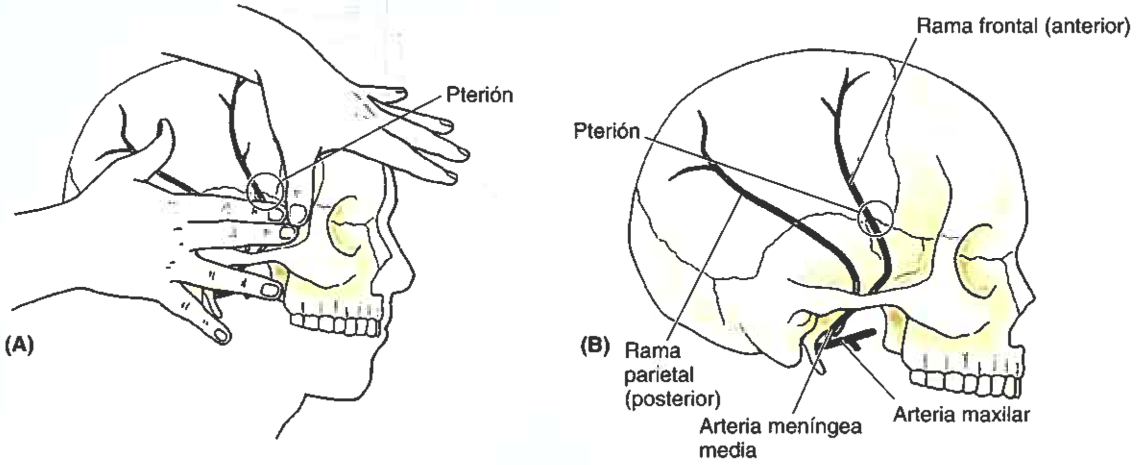

Pterión
(A)
Rama frontal (anterior)
Pterión
(B)
Rama parietal (posterior)
Arteria meníngea media
Arteria maxilar

FIGURA C7-16.

media, que cruza el pterión (fig. C7-16B). El *hematoma* resultante ejerce presión sobre la corteza cerebral subyacente. Una *hemorragia de la arteria meníngea media* que no se trate puede ocasionar la muerte en unas pocas horas.

Tromboflebitis de la vena facial

La vena facial tiene conexiones clínicamente importantes con el seno cavernoso, a través de la vena oftálmica superior, y con el plexo venoso pterigoideo, a través de las venas oftálmica inferior y facial profunda (figs. 7-25 y 7-29B; tabla 7-6). Debido a estas conexiones, una infección de la cara puede propagarse al seno cavernoso y al plexo venoso pterigoideo.

La sangre del ángulo medial del ojo, la nariz y los labios suele drenar inferiormente a través de la vena facial, sobre todo al estar en posición erecta. Debido a que la vena facial carece de válvulas, la sangre puede discurrir por ella en la dirección opuesta; por lo tanto, la sangre venosa de la cara puede penetrar en el seno cavernoso. En los individuos con *tromboflebitis de la vena facial* —inflamación de la vena facial con formación secundaria de trombos (coágulos)—, los fragmentos de un coágulo infectado pueden propagarse al sistema venoso intracraneal y producir una *tromboflebitis del seno cavernoso.*

La infección de las venas faciales que se disemina a los senos venosos de la duramadre puede producirse por heridas de la nariz o al exprimir pústulas (granos) en el lado de la nariz y el labio superior. Por lo tanto, el área triangular desde el labio superior al puente nasal se considera como el *triángulo peligroso de la cara* (fig. C7-17).

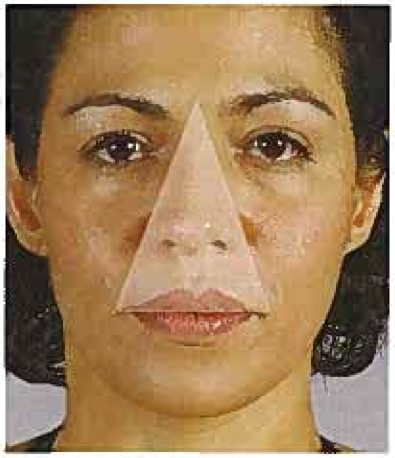


FIGURA C7-17. Triángulo peligroso de la cara.

Traumatismos craneales cerrados

Un golpe en la cabeza puede dar lugar a que la capa perióstica de la duramadre se desprenda de la calvaria, sin fractura de los huesos. En la base del cráneo, las dos capas durales se hallan firmemente unidas y resulta difícil separarlas de los huesos. Por lo tanto, una fractura de la base del cráneo habitualmente desgarra la duramadre y provoca una fuga de LCR. La parte más interna de la duramadre, la *capa celular limitante dural,* se compone de fibroblastos aplanados separados por grandes espacios extracelulares. Esta capa constituye un plano estructuralmente débil en la unión duramadre-aracnoides (Haines, 2006).

Hernia tentorial

La incisura del tentorio, abertura del tentorio del cerebelo para el paso del tronco del encéfalo, tiene una dimensión ligeramente mayor de la necesaria para alojar el mesencéfalo (fig. C7-18). Por lo tanto, las *lesiones de tipo masa,* como los tumores, situadas en el compartimiento supratentorial, incrementan la presión intracraneal y pueden dar lugar a que una parte del lóbulo temporal adyacente se hernie a través de la incisura del tentorio. En una *hernia tentorial,* el lóbulo temporal puede quedar desgarrado por el potente tentorio del cerebelo, y el nervio oculomotor (NC III) puede estirarse, comprimirse o ambas cosas. Las *lesiones del nervio oculomotor* pueden producir parálisis de los músculos extrínsecos del globo ocular inervados por el NC III.

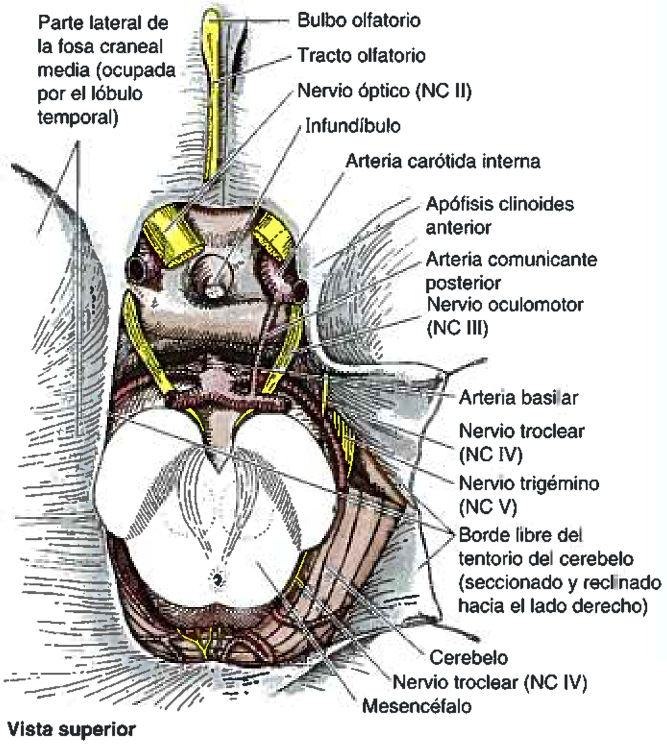

Parte lateral de la fosa craneal media (ocupada por el lóbulo temporal)
Bulbo olfatorio
Tracto olfatorio
Nervio óptico (NC II)
Infundíbulo
Arteria carótida interna
Apófisis clinoides anterior
Arteria comunicante posterior
Nervio oculomotor (NC III)
Arteria basilar
Nervio troclear (NC IV)
Nervio trigémino (NC V)
Borde libre del tentorio del cerebelo (seccionado y reclinado hacia el lado derecho)
Cerebelo
Nervio troclear (NC IV)
Mesencéfalo
Vista superior

FIGURA C7-18.

Abombamiento del diafragma de la silla

Los *tumores hipofisarios* pueden extenderse superiormente a través de la abertura del diafragma de la silla, o bien producir un abombamiento de dicho diafragma. Estos tumores a menudo expanden el diafragma de la silla y provocan trastornos funcionales endocrinos precoces o tardíos (es decir, antes o después del abombamiento del diafragma de la silla). La extensión superior del tumor puede producir síntomas visuales por compresión del quiasma óptico, lugar de entrecruzamiento de las fibras de los nervios ópticos (fig. 7-37B, p. 880).

Oclusión de las venas cerebrales y los senos venosos de la duramadre

La *oclusión de las venas cerebrales y los senos venosos de la duramadre* puede producirse por trombos (coágulos), tromboflebitis (inflamación venosa) o tumores (p. ej., meningiomas). La trombosis de los senos venosos de la duramadre suele producirse en los senos transversos, cavernosos y sagital superior (Fishman, 2005a).

Las venas faciales establecen conexiones clínicamente importantes con los senos cavernosos a través de las venas oftálmicas superiores (fig. 7-29B). La *trombosis del seno cavernoso* suele producirse por infecciones de la órbita, los senos nasales y la parte superior de la cara (el triángulo peligroso). En la *tromboflebitis de la vena facial*, fragmentos de un trombo infectado pueden llegar al seno cavernoso, lo que ocasiona una *tromboflebitis del seno cavernoso*. La infección suele afectar inicialmente sólo a un seno, pero puede propagarse al lado opuesto a través de los senos intercavernosos. La tromboflebitis del seno cavernoso puede interesar el nervio abducens al paso de éste por el seno (v. cap. 9), y también los nervios incluidos en la pared lateral del seno (fig. 7-31C). La trombosis séptica del seno cavernoso provoca a menudo una *meningitis aguda*.

Metástasis de células tumorales a los senos venosos de la duramadre

Los senos basilar y occipital comunican a través del agujero magno con los plexos venosos vertebrales internos (figs. 7-29B y 7-33). Como estos conductos venosos carecen de válvulas, la compresión del tórax, el abdomen o la pelvis, como ocurre al toser o hacer esfuerzos, puede hacer que la sangre venosa de estas regiones penetre en el sistema venoso vertebral interno, y desde allí al interior de los senos venosos de la duramadre. A consecuencia de ello, el pus de un absceso, o las células tumorales existentes en estas zonas, pueden diseminarse a las vértebras y el cerebro.

Fracturas de la base del cráneo

En las fracturas de la base del cráneo puede desgarrarse la arteria carótida interna, con la formación de una *fístula arteriovenosa* en el interior del seno. La sangre arterial llena el seno cavernoso, incrementa su tamaño y provoca un flujo retrógrado de sangre a sus venas tributarias, especialmente a las venas oftálmicas. A consecuencia de ello hay protrusión del globo ocular (*exoftalmos*) y la conjuntiva se ingurgita (*quemosis*). El globo ocular exoftálmico pulsa sincrónicamente con el pulso radial, fenómeno conocido como *exoftalmos pulsátil*. Como los NC III, IV, V_1, V_2 y VI están incluidos en, o en estrecha proximidad con, la pared lateral del seno cavernoso, estos nervios también pueden afectarse cuando el seno está lesionado (fig. 7-31C).

Origen dural de las cefaleas

La duramadre es sensible al dolor, especialmente allí donde se relaciona con los senos venosos de la duramadre y las arterias meníngeas. Por consiguiente, el estiramiento de las arterias en la base del cráneo o de las venas cerca del vértice, donde atraviesan la duramadre, causa dolor. La distensión del cuero cabelludo o de los vasos meníngeos (o de ambos) se considera como una causa de cefalea (Raskin, 2005).

Muchas cefaleas parecen ser de origen dural, como las que ocurren después de una punción lumbar espinal para extraer LCR (v. cap. 4). Se cree que estas cefaleas se originan por estimulación de las terminaciones nerviosas sensitivas en la duramadre. Al extraer el LCR, el encéfalo desciende ligeramente y tracciona la duramadre, lo que puede producir también cefalea. Por este motivo, se indica a los pacientes que mantengan la cabeza baja después de una punción lumbar, con el fin de minimizar el estiramiento de la duramadre y reducir las posibilidades de que aparezca una cefalea.

Leptomeningitis

La *leptomeningitis* es una inflamación de las leptomeninges (aracnoides y piamadre) producida por microorganismos patógenos. La infección e inflamación suelen limitarse al espacio subaracnoideo y a la aracnoides-piamadre (Jubelt, 2005). Las bacterias pueden penetrar en el espacio subaracnoideo a través de la sangre (*septicemia*, o «envenenamiento de la sangre») o diseminarse a partir de una infección en el corazón, los pulmones u otras vísceras. Los microorganismos pueden penetrar también en el espacio subaracnoideo a partir de una fractura craneal complicada o una fractura de los senos nasales. La *meningitis purulenta aguda* puede ser consecuencia de una infección por casi cualquier patógeno (p. ej., *meningitis meningocócica*).

Traumatismos craneales y hemorragia intracraneal

La *hemorragia extradural* o *epidural* es de origen arterial. La sangre procedente de ramas desgarradas de una arteria meníngea media se acumula entre la capa perióstica externa de la duramadre y la calvaria. La sangre extravasada separa la duramadre del cráneo. Habitualmente ello se debe a un golpe intenso en la cabeza, y se forma un *hematoma extradural* o *epidural* (fig. C7-19A y B). Se produce típicamente una breve *conmoción* (pérdida de la consciencia), seguida de un intervalo lúcido de algunas horas. Más tarde aparecen somnolencia y coma (pérdida profunda de la consciencia). A medida que aumenta la acumulación de sangre se comprime el cerebro, lo que obliga a evacuar la sangre y ocluir el vaso lesionado.

Un *hematoma en el límite dural* se denomina clásicamente *hematoma subdural* (fig. C7-19B); sin embargo, este término es erróneo, pues no existe ningún espacio natural en la unión duramadre-aracnoides. Los *hematomas* en esta unión suelen producirse por sangre extravasada que abre la capa celular límite. La sangre no se acumula dentro de un espacio preexistente, sino que lo crea en la unión duramadre-aracnoides (Haines, 2006). La *hemorragia en*

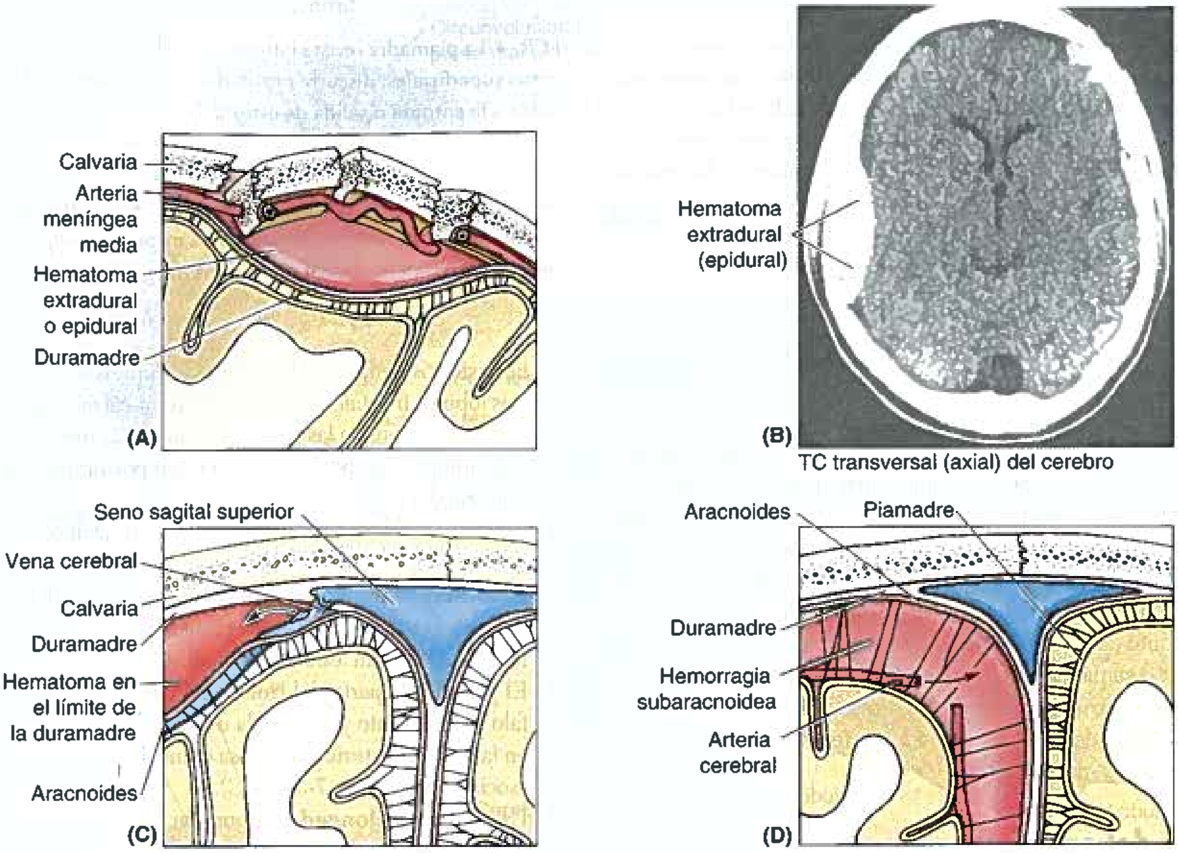

Calvaria
Arteria meníngea media
Hematoma extradural o epidural
Duramadre
(A)
Hematoma extradural (epidural)
(B)
TC transversal (axial) del cerebro
Seno sagital superior
Vena cerebral
Calvaria
Duramadre
Hematoma en el límite de la duramadre
Aracnoides
(C)
Aracnoides
Piamadre
Duramadre
Hemorragia subaracnoidea
Arteria cerebral
(D)

FIGURA C7-19. Hemorragias intracraneales. A y **B.** hemorragia extradural (epidural). **C.** Hematoma en el borde de la duramadre (subdural). **D.** Hemorragia subaracnoidea.

el límite dural suele ser consecuencia de un golpe en la cabeza que sacude el encéfalo dentro del cráneo y lo lesiona. El traumatismo causal puede ser trivial o haberse olvidado. La hemorragia en el límite dural es típicamente de origen venoso y suele producirse por el desgarro de una vena cerebral superior a su entrada en el seno sagital superior (fig. 7-29B) (Haines *et al.*, 1993).

La *hemorragia subaracnoidea* es una extravasación de sangre, habitualmente arterial, en el interior del espacio subaracnoideo (fig. C7-19C). La mayoría de las hemorragias subaracnoideas son consecuencia de la *rotura de un aneurisma sacular* (dilatación semejante a un saco en el lado de una arteria), por ejemplo, un aneurisma de la arteria carótida interna (v. el cuadro azul «Ictus o accidente vascular cerebral», p. 887).

Algunas hemorragias subaracnoideas se asocian con traumatismos craneales que producen fracturas del cráneo y desgarros cerebrales. La hemorragia en el espacio subaracnoideo da lugar a irritación meníngea, cefalea intensa, rigidez de nuca y, a menudo, pérdida de la consciencia.

Puntos fundamentales

MENINGES CRANEALES

Las meninges craneales se componen de tres capas intracraneales: una importante capa externa fibrosa bilaminar (duramadre) y dos capas internas membranosas, continuas y delicadas (aracnoides y piamadre).

Duramadre. La lámina más externa (perióstica) de la duramadre se continúa con el periostio de la cara externa del cráneo y está íntimamente adosada a la superficie interna de la cavidad craneal. ♦ La lámina más interna (meníngea) es una capa de sostén que refleja más fielmente los contornos del encéfalo. ♦ La capa interna está separada de la capa externa en ciertos lugares para formar los repliegues o reflexiones de la duramadre, que penetran en las grandes fisuras situadas entre las porciones del cerebro y subdividen parcialmente la cavidad craneal en compartimientos más reducidos, que impiden los movimientos del encéfalo por inercia. ♦ Al separarse de la lámina perióstica, se crean espacios interlaminares que alojan los senos venosos de la duramadre, que reciben el drenaje venoso del encéfalo y, a su vez, drenan principalmente en la vena yugular interna.

Leptomeninge. La aracnoides y la piamadre son capas continuas, parietal y visceral respectivamente, de la leptomeninge que rodea el espacio subaracnoideo lleno de LCR. ♦ La aracnoides y la piamadre están conectadas entre sí por finas trabéculas que atraviesan el espacio subaracnoideo. ♦ El espacio subaracnoideo de la cavidad craneal continúa con el del conducto vertebral. ♦ La aracnoides normalmente está adosada a la superficie interna de la duramadre por la presión que ejerce el LCR. ♦ La piamadre reviste íntimamente el tejido neural y sus vasos superficiales; discurre profundamente a lo largo de los vasos a la entrada o salida de éstos del sistema nervioso central.

Vasos y nervios de las meninges. Las meninges craneales reciben irrigación sanguínea principalmente de las ramas meníngeas medias de las arterias maxilares. ♦ La duramadre recibe inervación sensitiva de los ramos meníngeos de las tres divisiones del nervio trigémino, y fibras del ganglio espinal C2.

ENCÉFALO

Como el encéfalo suele estudiarse detalladamente por separado en un curso de neuroanatomía, en un curso típico de anatomía tan sólo se realiza una descripción superficial de su estructura macroscópica, con la atención dirigida sobre todo a la relación entre el encéfalo y su entorno, es decir, sus coberturas meníngeas, el espacio subaracnoideo lleno de LCR y las características internas de su revestimiento óseo (el neurocráneo).

Debido a su papel en la producción del LCR, también se exponen aquí los ventrículos del encéfalo y los plexos coroideos que elaboran el LCR. Además, 11 de los 12 nervios craneales se originan en el encéfalo (v. cap. 9).

Partes del encéfalo

El encéfalo está compuesto por el cerebro, el cerebelo y el tronco del encéfalo (fig. 7-36). Al retirar la calvaria y la duramadre, a través de la delicada capa de aracnoides-piamadre de la corteza cerebral son visibles los giros (**circunvoluciones**), los **surcos** y las **fisuras.** Mientras que las circunvoluciones y los surcos presentan muchas variaciones, las otras características del encéfalo, incluido su tamaño global, son muy constantes de un individuo a otro.

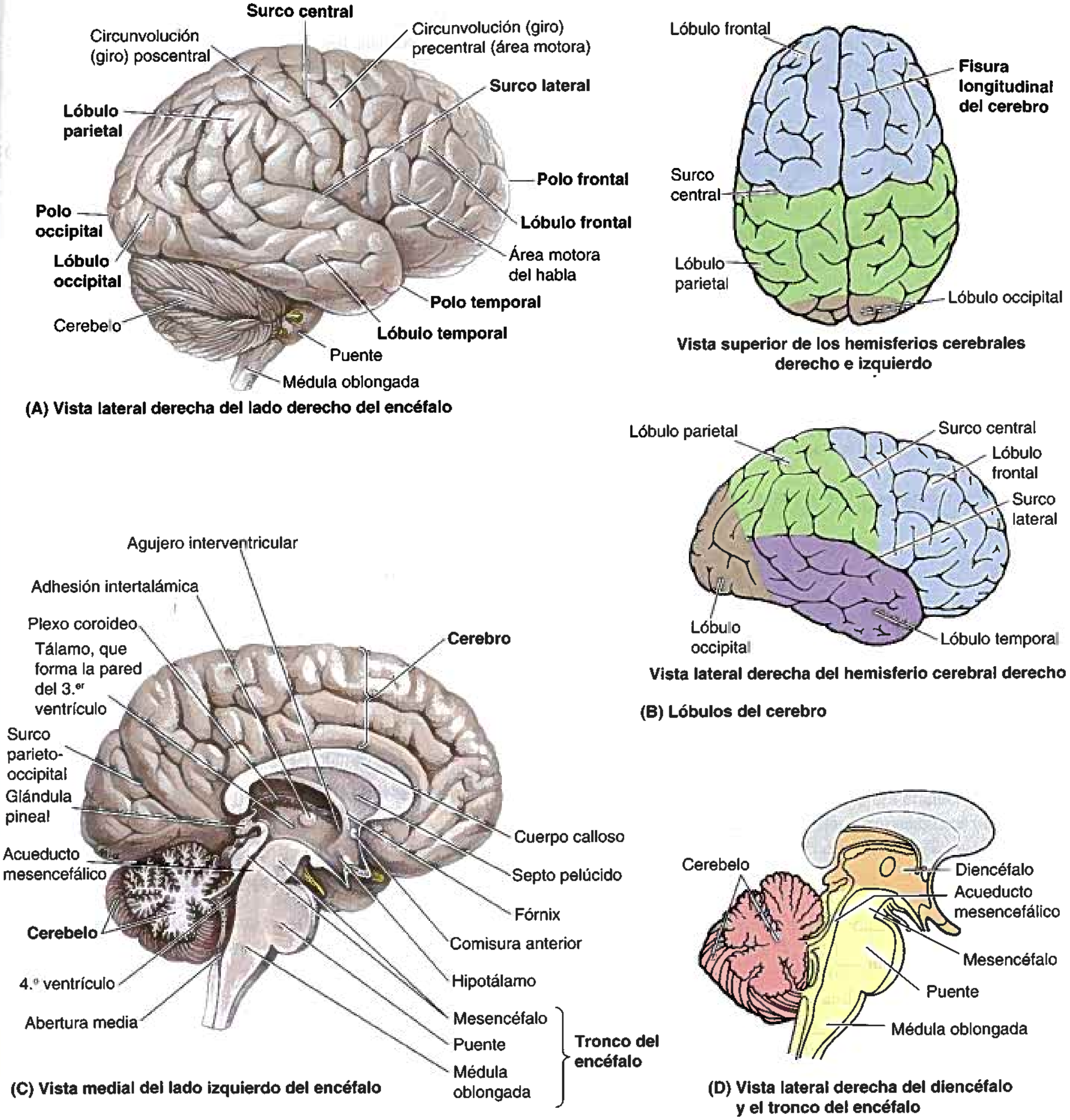
- El **cerebro** incluye los hemisferios cerebrales y los núcleos (ganglios) basales. Los **hemisferios cerebrales,** separados por la hoz del cerebro dentro de la **fisura longitudinal del cerebro,** son las características dominantes del encéfalo (fig. 7-36A y B). A efectos descriptivos, cada hemisferio cerebral se divide en cuatro lóbulos, cada uno de ellos relacionado con los huesos suprayacentes homónimos, aunque sus límites respectivos no coinciden. En una vista superior, el cerebro queda dividido esencialmente en cuartos por la fisura media longitudinal del cerebro y el **surco central** coronal. El surco central separa los **lóbulos frontales** (anteriormente) de los **lóbulos parietales** (posteriormente). En una vista lateral, estos lóbulos son superiores al **surco lateral** transverso, por debajo del cual se halla el lóbulo temporal. Los **lóbulos occipitales,** situados posteriormente, están separados de los lóbulos parietales y temporales por el plano del **surco parietooccipital,** visible sobre la cara medial del cerebro en una hemisección del encéfalo (fig. 7-36C). Los puntos más anteriores de los lóbulos frontal y temporal, que se proyectan anteriormente, son los **polos frontal** y **temporal.** El punto más posterior del lóbulo occipital, que se proyecta posteriormente, es el **polo occipital.** Los hemisferios ocupan toda la cavidad supratentorial del cráneo. Los lóbulos frontales ocupan la fosa craneal anterior; los lóbulos temporales ocupan las partes laterales de la fosa craneal media; y los lóbulos occipitales se extienden posteriormente sobre el tentorio del cerebelo.
- El **diencéfalo** está compuesto por el epitálamo, el tálamo y el hipotálamo, y forma la porción central del encéfalo.
- El **mesencéfalo,** la porción rostral del tronco del encéfalo, se sitúa en la unión de las fosas craneales media y posterior. Los NC III y IV están asociados con él.
- El **puente,** la parte del tronco del encéfalo entre el mesencéfalo rostralmente y la médula oblongada caudalmente, se sitúa en la porción anterior de la fosa craneal posterior. El NC V está asociado con él (fig. 7-36A y C).
- La **médula oblongada,** la porción más caudal del tronco del encéfalo, se continúa con la médula espinal y se sitúa en la fosa craneal posterior. Los NC IX, X y XII están asociados con la médula oblongada, mientras que los NC VI-VIII se asocian con la unión entre el puente y la médula oblongada.
- El **cerebelo** es la gran masa encefálica que se sitúa posterior al puente y a la médula oblongada, e inferior a la porción posterior del cerebro. Se encuentra bajo el tentorio del cerebelo en la fosa craneal posterior y está constituido por dos hemisferios laterales unidos por una estrecha porción media, el **vermis.**

Sistema ventricular del encéfalo

El sistema ventricular del encéfalo consta de dos ventrículos laterales y los ventrículos 3.° y 4.° en la línea media, conectados por el acueducto mesencefálico (figs. 7-37 y 7-38). El LCR, segregado en gran parte por los plexos coroideos de los ventrículos, llena estas cavidades encefálicas y el espacio subaracnoideo del encéfalo y la médula espinal.

VENTRÍCULOS DEL ENCÉFALO

Los **ventrículos laterales** (1.^{er} y 2.° ventrículos) son las mayores cavidades del sistema ventricular y ocupan grandes áreas de los hemisferios cerebrales. Cada ventrículo lateral se abre en el 3.^{er} ventrículo a través de un **agujero interventricular.** El **3.^{er} ventrículo,** una cavidad en forma de hendidura entre las mitades derecha e izquierda del diencéfalo, se continúa posteroinferiormente con el **acueducto mesencefálico (cerebral),** un estrecho conducto en el mesencéfalo que conecta los ventrículos 3.° y 4.° (figs. 7-36C y 7-37B).


Surco central
Circunvolución (giro) poscentral
Circunvolución (giro) precentral (área motora)
Surco lateral
Lóbulo parietal
Polo frontal
Polo occipital
Lóbulo frontal
Lóbulo occipital
Área motora del habla
Polo temporal
Cerebelo
Lóbulo temporal
Puente
Médula oblongada
Lóbulo frontal
Fisura longitudinal del cerebro
Surco central
Lóbulo parietal
Lóbulo occipital
Vista superior de los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo
Lóbulo parietal
Surco central
Lóbulo frontal
Surco lateral
Lóbulo occipital
Lóbulo temporal
Vista lateral derecha del hemisferio cerebral derecho
Agujero interventricular
Adhesión intertalámica
Plexo coroideo
Tálamo, que forma la pared del 3.er ventrículo
Cerebro
Surco parieto-occipital
Glándula pineal
Acueducto mesencefálico
Cerebelo
4.º ventrículo
Abertura media
Cuerpo calloso
Septo pelúcido
Fórnix
Comisura anterior
Hipotálamo
Mesencéfalo
Puente
Médula oblongada
Tronco del encéfalo
Cerebelo
Diencéfalo
Acueducto mesencefálico
Mesencéfalo
Puente
Médula oblongada

(A) Vista lateral derecha del lado derecho del encéfalo

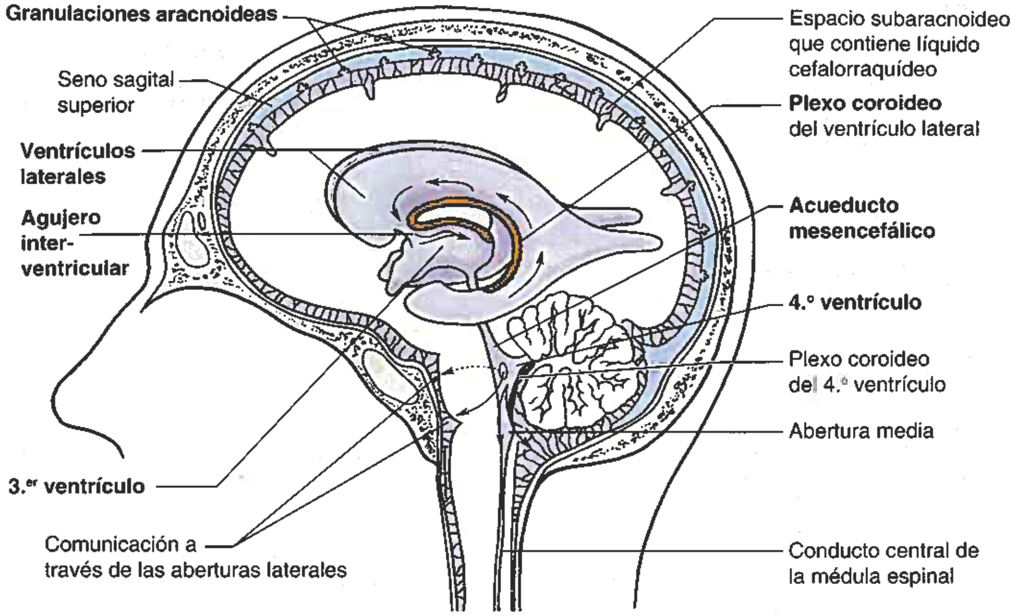
(B) Lóbulos del cerebro

(C) Vista medial del lado izquierdo del encéfalo

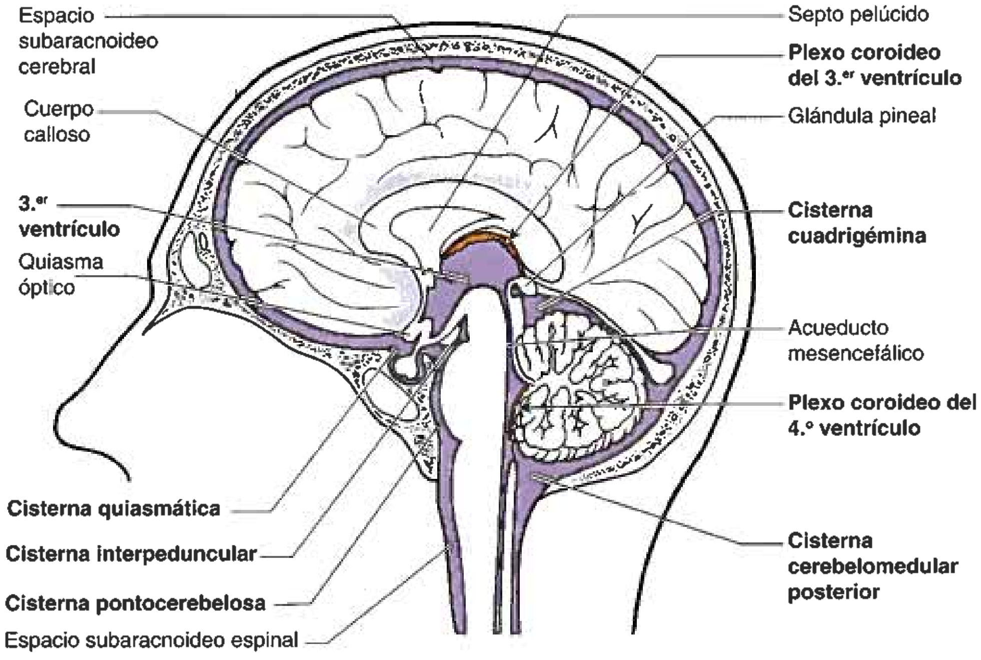
(D) Vista lateral derecha del diencéfalo y el tronco del encéfalo

FIGURA 7-36. Estructuras del encéfalo. A. Superficie del cerebro mostrando las circunvoluciones (giros) y los surcos de la corteza cerebral. **B.** Los lóbulos cerebrales se identifican por colores. Mientras que el lóbulo frontal y los límites anteriores de los lóbulos parietal y temporal del cerebro están claramente señalados por surcos, la identificación de los límites posteriores de este último y del lóbulo occipital es menos clara externamente. **C.** Superficie medial del cerebro y partes más profundas del encéfalo (diencéfalo y tronco del encéfalo) tras su bisección. En la cara medial del cerebro se observa el surco parietooccipital, que delimita los lóbulos parietal y occipital. **D.** Partes del tronco del encéfalo.

El **4.º ventrículo,** de forma piramidal, que se sitúa en la porción posterior del puente y la médula oblongada, se extiende inferoposteriormente. Inferiormente se adelgaza en forma de estrecho conducto que se continúa en el interior de la médula espinal cervical como conducto central (fig. 7-37A). El LCR drena desde el 4.º ventrículo en el espacio subaracnoideo a través de una única **abertura media** y dos **aberturas laterales.** Estas aberturas son las únicas a través de las cuales el LCR drena en el espacio subaracnoideo. Si se bloquean, se acumula el LCR y los ventrículos se distienden y comprimen los hemisferios cerebrales.


Granulaciones aracnoideas
Seno sagital superior
Ventrículos laterales
Agujero inter-ventricular
3.er ventrículo
Comunicación a través de las aberturas laterales
Espacio subaracnoideo que contiene líquido cefalorraquídeo
Plexo coroideo del ventrículo lateral
Acueducto mesencefálico
4.° ventrículo
Plexo coroideo del 4.° ventrículo
Abertura media
Conducto central de la médula espinal

(A) Sección media, ventrículos vistos desde la izquierda


Espacio subaracnoideo cerebral
Cuerpo calloso
3.er ventrículo
Quiasma óptico
Cisterna quiasmática
Cisterna interpeduncular
Cisterna pontocerebelosa
Espacio subaracnoideo espinal
Septo pelúcido
Plexo coroideo del 3.er ventrículo
Glándula pineal
Cisterna cuadrigémina
Acueducto mesencefálico
Plexo coroideo del 4.° ventrículo
Cisterna cerebelomedular posterior

(B) Vista medial, mitad derecha del encéfalo tras una sección sagital

FIGURA 7-37. Ventrículos, espacios subaracnoideos y cisternas. A. Sistema ventricular y circulación del LCR. El LCR se produce fundamentalmente en los plexos coroideos de los ventrículos laterales, 3.° y 4.°. Los plexos de los ventrículos laterales son los de mayor tamaño e importancia. **B.** Las cisternas subaracnoideas, regiones extendidas del espacio subaracnoideo, contienen cantidades más notables de LCR.

CISTERNAS SUBARACNOIDEAS

Aunque no es exacto afirmar que el encéfalo «flota» en el LCR, en realidad tiene unas uniones mínimas con el neurocráneo. En ciertas áreas de la base del encéfalo, la aracnoides y la piamadre se hallan ampliamente separadas por las cisternas subaracnoideas (fig. 7-37B), que contienen LCR, y por estructuras de tejidos blandos que «anclan» el encéfalo, como las trabéculas aracnoideas, los vasos y, en algunos casos, las raíces de los nervios craneales. Las cisternas suelen denominarse según las estructuras relacionadas con ellas.

Las principales cisternas subaracnoideas intracraneales son:

- La **cisterna cerebelomedular (cerebelobulbar),** la mayor de ellas, localizada entre el cerebelo y la médula oblongada, recibe el LCR desde las aberturas del 4.° ventrículo. Está dividida en la **cisterna cerebelomedular (cerebelobulbar) posterior** (cisterna magna) y la **cisterna cerebelomedular (cerebelobulbar) lateral.**
- La **cisterna pontocerebelosa** (cisterna pontina), un extenso espacio ventral al puente, que se continúa inferiormente con el espacio subaracnoideo espinal.
- La **cisterna interpeduncular** (cisterna basal), ubicada en la fosa interpeduncular entre los pedúnculos cerebrales del mesencéfalo.

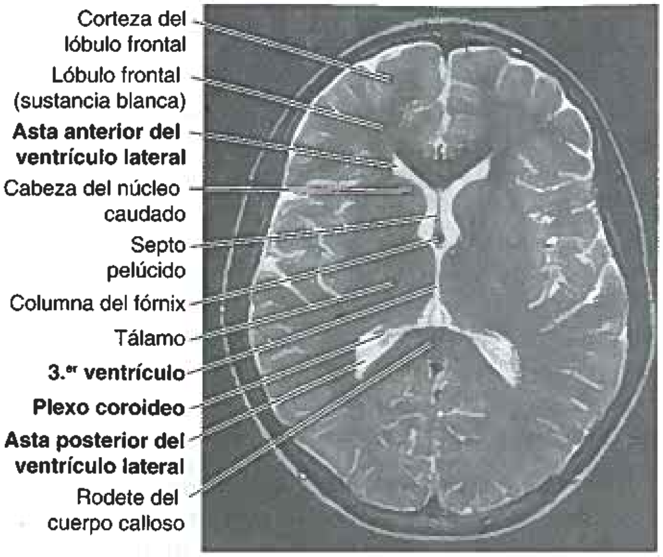

Corteza del lóbulo frontal
Lóbulo frontal (sustancia blanca)
Asta anterior del ventrículo lateral
Cabeza del núcleo caudado
Septo pelúcido
Columna del fórnix
Tálamo
3.er ventrículo
Plexo coroideo
Asta posterior del ventrículo lateral
Rodete del cuerpo calloso

FIGURA 7-38. **RM transversal del encéfalo.** Se observa de color blanco brillante el LCR que rodea al encéfalo, extendiéndose en los surcos y fisuras, y ocupando los ventrículos.

- La **cisterna quiasmática,** inferior y anterior al *quiasma óptico*, lugar de cruce o decusación de las fibras de los nervios ópticos.
- La **cisterna cuadrigémina** (cisterna de la vena cerebral magna), localizada entre la porción posterior del cuerpo calloso y la cara superior del cerebelo; contiene porciones de la vena cerebral magna.
- La **cisterna ambiens,** localizada sobre la cara lateral del mesencéfalo, se continúa posteriormente con la cisterna cuadrigémina.

SECRECIÓN DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

El LCR es secretado (a un ritmo de 400-500 ml/día) por las células epiteliales coroidales (células ependimarias modificadas) de los **plexos coroideos** situados en los ventrículos laterales, 3.° y 4.° (figs. 7-36C, 7-37 y 7-38). Los plexos coroideos están constituidos por franjas vasculares de piamadre (tela coroidea) recubiertas por células epiteliales cuboideas. Se invaginan en el techo de los ventrículos 3.° y 4.°, y en el suelo del cuerpo y del asta inferior de los ventrículos laterales.

CIRCULACIÓN DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

El LCR sale de los ventrículos laterales a través de los *agujeros interventriculares* y entra en el 3.er ventrículo (fig. 7-37A). Desde allí, el LCR pasa a través del *acueducto mesencefálico* y llega al 4.° ventrículo. Una cierta cantidad de LCR abandona este ventrículo a través de sus *aberturas media* y *laterales*, y penetra en el *espacio subaracnoideo*, que se continúa en torno a la médula espinal y posterosuperiormente sobre el cerebelo. Sin embargo, la mayor parte del LCR fluye a las cisternas interpeduncular y cuadrigémina. El LCR procedente de las diversas cisternas subaracnoideas fluye superiormente a través de los surcos y fisuras sobre las caras medial y superolateral de los hemisferios cerebrales. El LCR también llega a las extensiones del espacio subaracnoideo en torno a los nervios craneales, siendo las más importantes las que rodean los nervios ópticos.

ABSORCIÓN DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

El lugar principal de absorción del LCR en el sistema venoso es a través de las **granulaciones aracnoideas** (figs. 7-35 y 7-37A), especialmente las que protruyen en el seno sagital superior y sus lagunas laterales (fig. 7-28D). El espacio subaracnoideo que contiene LCR se extiende hasta el centro de las granulaciones aracnoideas. El LCR penetra en el sistema venoso por dos vías: *1)* la mayor parte por transporte a través de las células de las granulaciones aracnoideas hasta los senos venosos de la duramadre, y 2) una cierta cantidad se desplaza entre las células que componen las granulaciones aracnoideas (Corbett *et al.*, 2006).

FUNCIONES DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

Junto con las meninges y la calvaria, el LCR protege el encéfalo y le proporciona amortiguación frente a los golpes en la cabeza. El LCR en el espacio subaracnoideo proporciona la flotabilidad necesaria para evitar que el peso del encéfalo comprima las raíces de los nervios craneales y los vasos sanguíneos contra la superficie interna del cráneo. Como el encéfalo es ligeramente más pesado que el LCR, las circunvoluciones (giros) de la cara basal del encéfalo se hallan en contacto con las fosas craneales en el suelo de la cavidad craneal cuando el individuo se halla de pie. En muchos lugares de la base del encéfalo, solamente las meninges craneales se sitúan entre el encéfalo y los huesos del cráneo. En posición erecta, el LCR se halla en las cisternas subaracnoideas y en los surcos sobre las porciones superior y lateral del encéfalo; por lo tanto, normalmente el LCR y la duramadre separan la parte superior del encéfalo de la calvaria.

Se producen pequeños cambios, rápidamente recurrentes, en la **presión intracraneal** a causa de los latidos cardíacos; otros cambios, también recurrentes pero lentos, obedecen a causas desconocidas. Ocurren grandes cambios momentáneos en dicha presión durante la tos y los esfuerzos, así como en los cambios de posición (erecta frente a supina). Cualquier cambio en el volumen del contenido intracraneal (p. ej., un tumor cerebral, una acumulación de líquido ventricular por bloqueo del acueducto mesencefálico, o la presencia de sangre por rotura de un aneurisma) se refleja en un cambio en la presión intracraneal. Esta regla se denomina **doctrina de Monro-Kellie,** según la cual la cavidad craneal es una caja rígida y cerrada, y cualquier cambio en la cantidad de sangre en el interior del cráneo sólo puede ocurrir por desplazamiento o reemplazo del LCR.

Irrigación arterial del encéfalo

Aunque sólo constituye cerca del 2,5 % del peso del cuerpo, el encéfalo recibe aproximadamente la sexta parte del gasto cardíaco y una quinta parte del oxígeno que consume el organismo en reposo. El aporte sanguíneo al encéfalo proviene de las arterias carótidas internas y vertebrales (fig. 7-39), cuyas ramas terminales se sitúan en el espacio subaracnoideo. El drenaje venoso se realiza a través de las venas cerebrales y cerebelosas que drenan en los senos venosos de la duramadre adyacentes (fig. 7-29A y B).

ARTERIAS CARÓTIDAS INTERNAS

Las **arterias carótidas internas** se originan en el cuello a partir de las arterias carótidas comunes (fig. 7-39). La porción cervical de cada arteria asciende verticalmente a través del cuello, sin ramificarse hasta la base del cráneo. Penetra en la cavidad craneal a través del *conducto carotídeo* en la porción petrosa del hueso temporal. El curso intracraneal de la arteria carótida interna se ilustra y describe en la figura 7-40 y se expone radiográficamente en la figura 7-41. Además de la arteria carótida interna, el conducto carotídeo contiene plexos venosos y *plexos carotídeos de nervios simpáticos* (fig. 7-40). La arteria carótida interna discurre anteriormente a través del *seno cavernoso*, con el nervio abducens (NC VI) y en estrecha proximidad con los nervios oculomotor (NC III) y troclear (NC IV), que cursan en el surco carotídeo sobre el lado del cuerpo del esfenoides (figs. 7-31C y 7-40). Las ramas terminales de la arteria carótida interna son las **arterias cerebrales anterior** y **media** (figs. 7-41 y 7-42).

Clínicamente, las arterias carótidas internas y sus ramas se conocen a menudo como *circulación anterior del encéfalo*. Las arterias cerebrales anteriores se conectan entre sí mediante la **arteria comunicante anterior.** Cerca de su terminación, las arterias carótidas internas se unen a las arterias cerebrales posteriores mediante las **arterias comunicantes posteriores,** lo que completa el *círculo arterial del cerebro* alrededor de la *fosa interpeduncular*, la depresión profunda situada sobre la cara inferior del mesencéfalo, entre los pedúnculos cerebrales.

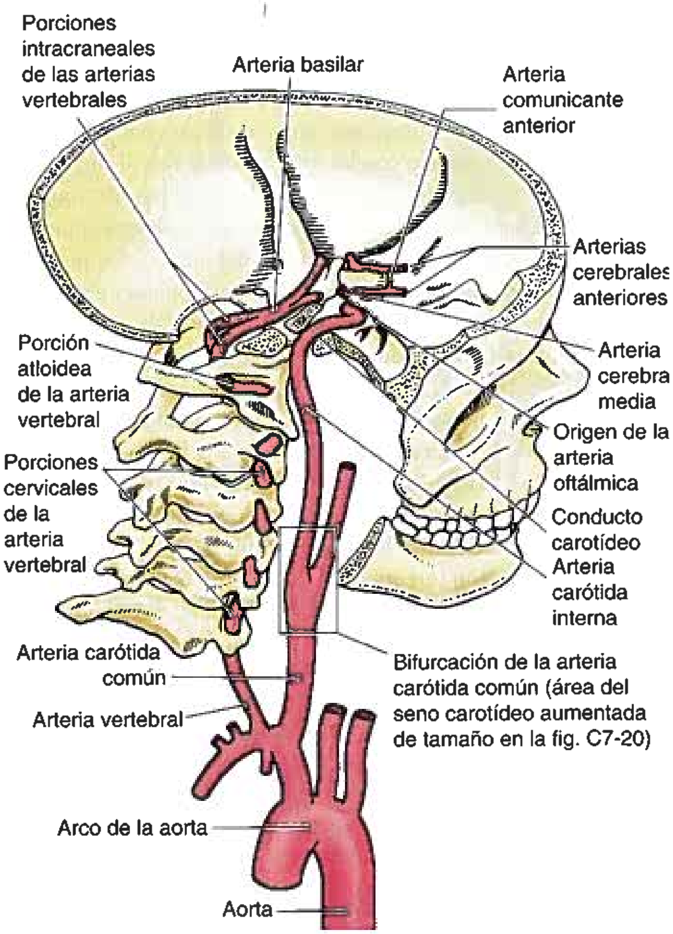

Porciones intracraneales de las arterias vertebrales
Arteria basilar
Arteria comunicante anterior
Arterias cerebrales anteriores
Porción atloidea de la arteria vertebral
Arteria cerebra media
Origen de la arteria oftálmica
Porciones cervicales de la arteria vertebral
Conducto carotídeo
Arteria carótida interna
Arteria carótida común
Bifurcación de la arteria carótida común (área del seno carotídeo aumentada de tamaño en la fig. C7-20)
Arteria vertebral
Arco de la aorta
Aorta

FIGURA 7-39. Arterias que irrigan el encéfalo. Las dos arterias carótidas internas proporcionan bilateralmente un abundante aporte de sangre rica en oxígeno.

ARTERIAS VERTEBRALES

Las **arterias vertebrales** comienzan en la raíz del cuello (las porciones prevertebrales de las arterias vertebrales) como las primeras ramas de la primera porción de las arterias subclavias (fig. 7-39). Las dos arterias vertebrales suelen tener tamaños desiguales: la izquierda es de mayor calibre que la derecha. Las **porciones cervicales de las arterias vertebrales** ascienden a través de los *agujeros transversos* de las seis primeras vértebras cervicales. Las **porciones atloideas de las arterias vertebrales** (en relación con el atlas, vértebra C1) perforan la duramadre y la aracnoides, y atraviesan el agujero magno. Las **porciones intracraneales de las arterias vertebrales** se unen en el borde caudal del puente para formar la *arteria basilar* (figs. 7-29A, 7-39 y 7-42). El sistema arterial vertebrobasilar y sus ramas a menudo se denominan clínicamente *circulación posterior del encéfalo*.

La **arteria basilar,** así llamada por su estrecha relación con la base del cráneo, asciende por el *clivus*, la superficie inclinada desde el dorso de la silla hasta el agujero magno, a través de la cisterna pontocerebelosa hasta el borde superior del puente. Finaliza al dividirse en las dos **arterias cerebrales posteriores.**

ARTERIAS CEREBRALES

Además de aportar ramas a las porciones más profundas del encéfalo, las ramas corticales de las arterias cerebrales irrigan una superficie y un polo del cerebro (figs. 7-41 y 7-43A y B; tabla 7-7). Las ramas corticales de:

- La **arteria cerebral anterior** irrigan la mayor parte de las superficies medial y superior del cerebro y el *polo frontal*.
- La **arteria cerebral media** irrigan la superficie lateral del cerebro y el *polo temporal*.
- La **arteria cerebral posterior** irrigan la superficie inferior del cerebro y el *polo occipital*.

CÍRCULO ARTERIAL DEL CEREBRO

El **círculo arterial del cerebro** (de Willis) es un círculo vascular aproximadamente pentagonal que está situado en la superficie ventral del encéfalo. Es una importante anastomosis en la base del encéfalo entre las cuatro arterias (dos vertebrales y dos carótidas internas) que irrigan el encéfalo (figs. 7-42 y 7-43B; tabla 7-7). El

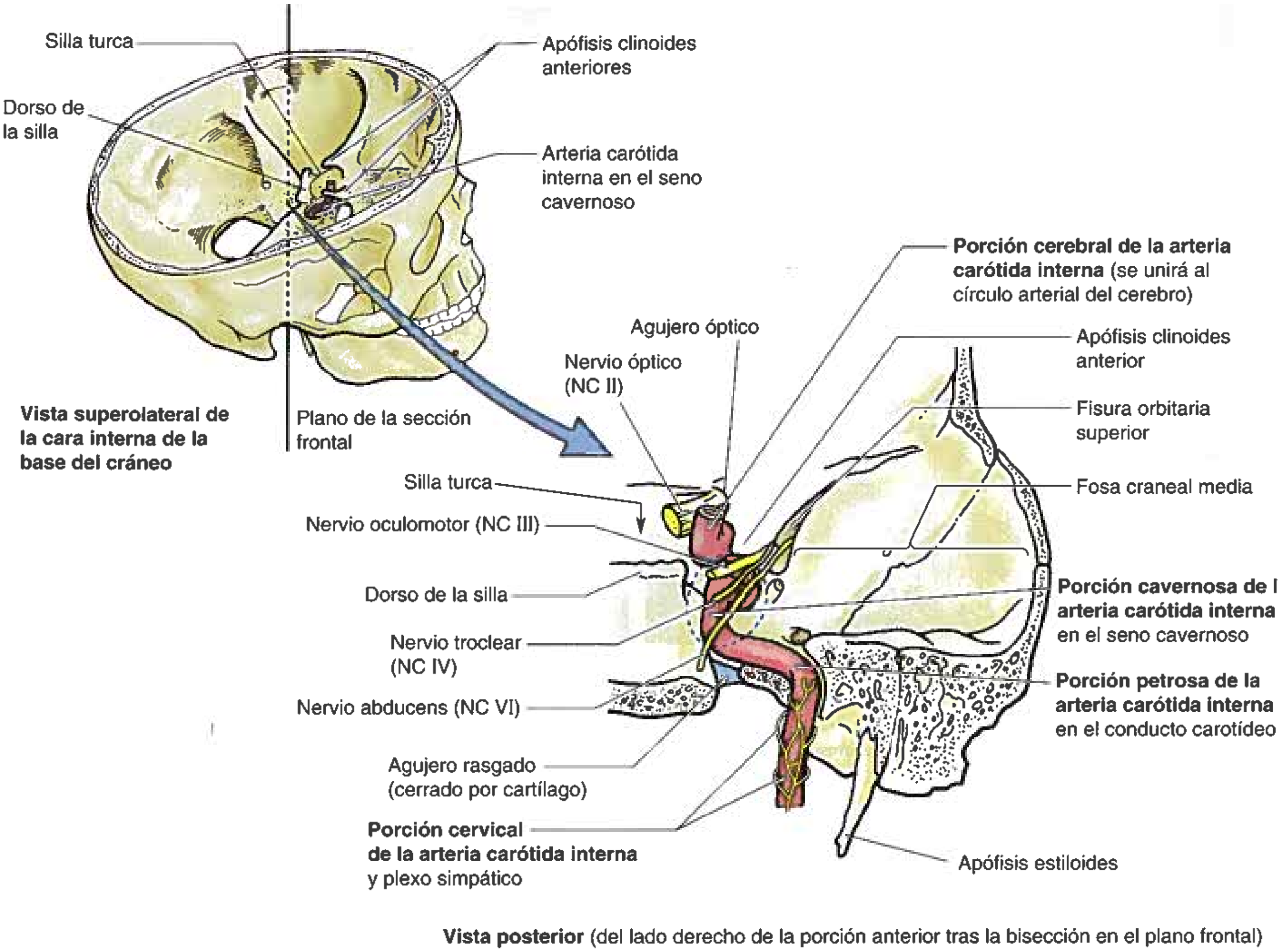

Silla turca
Dorso de la silla
Apófisis clinoides anteriores
Arteria carótida interna en el seno cavernoso
Vista superolateral de la cara interna de la base del cráneo
Plano de la sección frontal
Porción cerebral de la arteria carótida interna (se unirá al círculo arterial del cerebro)
Agujero óptico
Nervio óptico (NC II)
Apófisis clinoides anterior
Fisura orbitaria superior
Silla turca
Fosa craneal media
Nervio oculomotor (NC III)
Dorso de la silla
Porción cavernosa de la arteria carótida interna en el seno cavernoso
Nervio troclear (NC IV)
Porción petrosa de la arteria carótida interna en el conducto carotídeo
Nervio abducens (NC VI)
Agujero rasgado (cerrado por cartílago)
Porción cervical de la arteria carótida interna y plexo simpático
Apófisis estiloides
Vista posterior (del lado derecho de la porción anterior tras la bisección en el plano frontal)

FIGURA 7-40. Trayecto de la arteria carótida interna. El esquema orientativo *(izquierda)* indica el plano de la sección frontal que forma una intersección con el conducto carotídeo *(derecha)*. La porción cervical de la arteria carótida interna asciende verticalmente por el cuello hasta la entrada del conducto carotídeo en la porción petrosa del temporal. La porción petrosa de la arteria gira horizontalmente y medialmente en el conducto carotídeo, hacia el vértice de la porción petrosa del temporal. Surge del conducto carotídeo a través del agujero rasgado, cubierto en vida por cartílago, y entra en la cavidad craneal. La arteria discurre sobre el cartílago y, a continuación, la porción cavernosa de la arteria discurre a lo largo del surco carotídeo en la cara lateral del cuerpo del esfenoides, atravesando el seno cavernoso. Inferiormente a la apófisis clinoides anterior, la arteria realiza un giro de 180°, dirigiéndose su porción cerebral posteriormente para unirse al círculo arterial del cerebro (fig. 7-42).

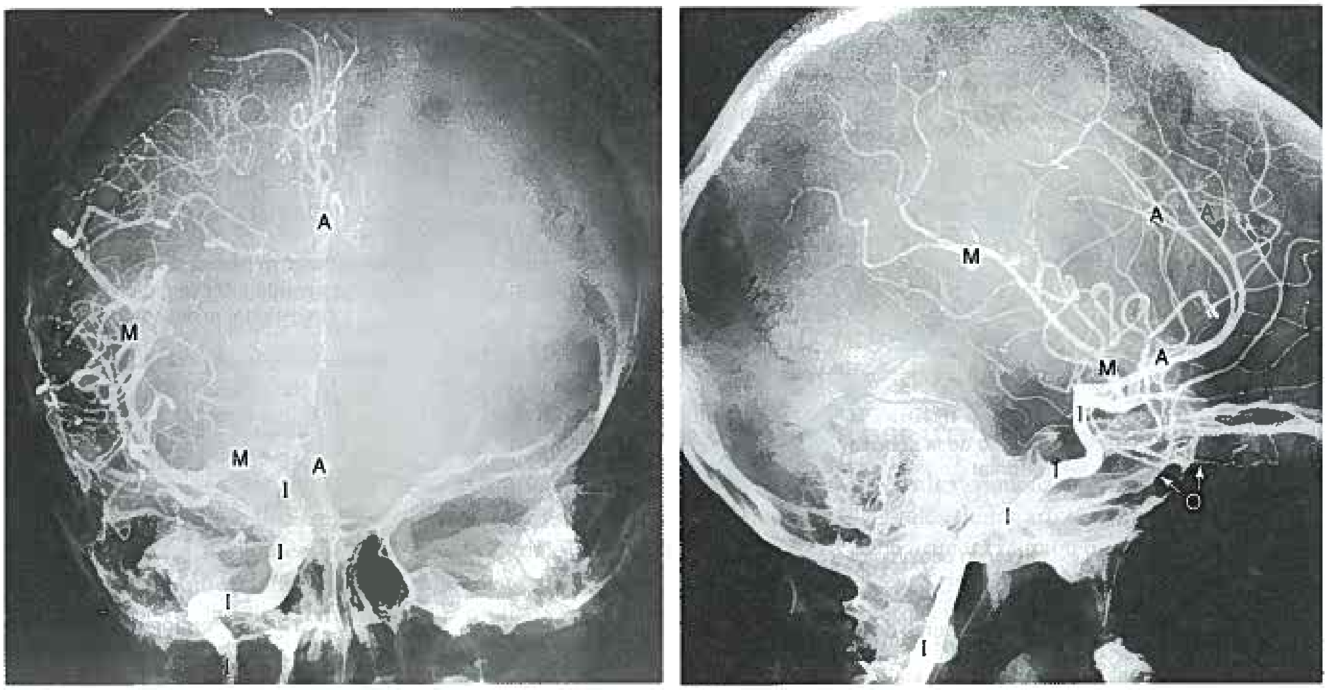
círculo arterial está formado secuencialmente, en dirección anteroposterior, por:

- La arteria comunicante anterior.
- Las arterias cerebrales anteriores.
- Las arterias carótidas internas.
- Las arterias comunicantes posteriores.
- Las arterias cerebrales posteriores.

Los diversos componentes del círculo arterial del cerebro emiten numerosas ramas al encéfalo.

Drenaje venoso del encéfalo

Las venas que drenan el encéfalo, de paredes delgadas y desprovistas de válvulas, perforan la aracnoides y la capa meníngea de la duramadre para finalizar en los senos venosos de la duramadre más próximos (figs. 7-28A y 7-29 a 7-32), cuya mayor parte drena a su vez en las venas yugulares internas. Las **venas cerebrales superiores,** en la cara superolateral del encéfalo, drenan en el seno sagital superior; las **venas cerebrales inferior** y **media superficial,** de las superficies inferior, posteroinferior y profunda de los hemisferios cerebrales, drenan en los senos recto, transverso y petroso superior. La **vena cerebral magna** (de Galeno) es una vena única situada en la línea media; se forma en el interior del encéfalo por la unión de dos venas cerebrales internas y finaliza al unirse con el seno sagital inferior para formar el seno recto (fig. 7-29). El cerebelo está drenado por las **venas cerebelosas superior** e **inferior,** que drenan las caras respectivas del cerebelo y desembocan en los senos transverso y sigmoideo (fig. 7-32).


A
M
M
A
I
I
I
I
A
A
M
M
A
I
I
I
O
I

(A) Proyección anteroposterior

(B) Proyección lateral

FIGURA 7-41. Arteriografía carotídea. A y B. El contraste radiopaco inyectado en el sistema arterial carotídeo muestra la distribución unilateral hacia el encéfalo desde la arteria carótida interna. A, arteria cerebral anterior y sus ramas; I, las cuatro porciones de la arteria carótida interna; M, arteria cerebral media y sus ramas; O, arteria oftálmica. (Cortesía del Dr. D. Armstrong, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Ontario, Canadá.)

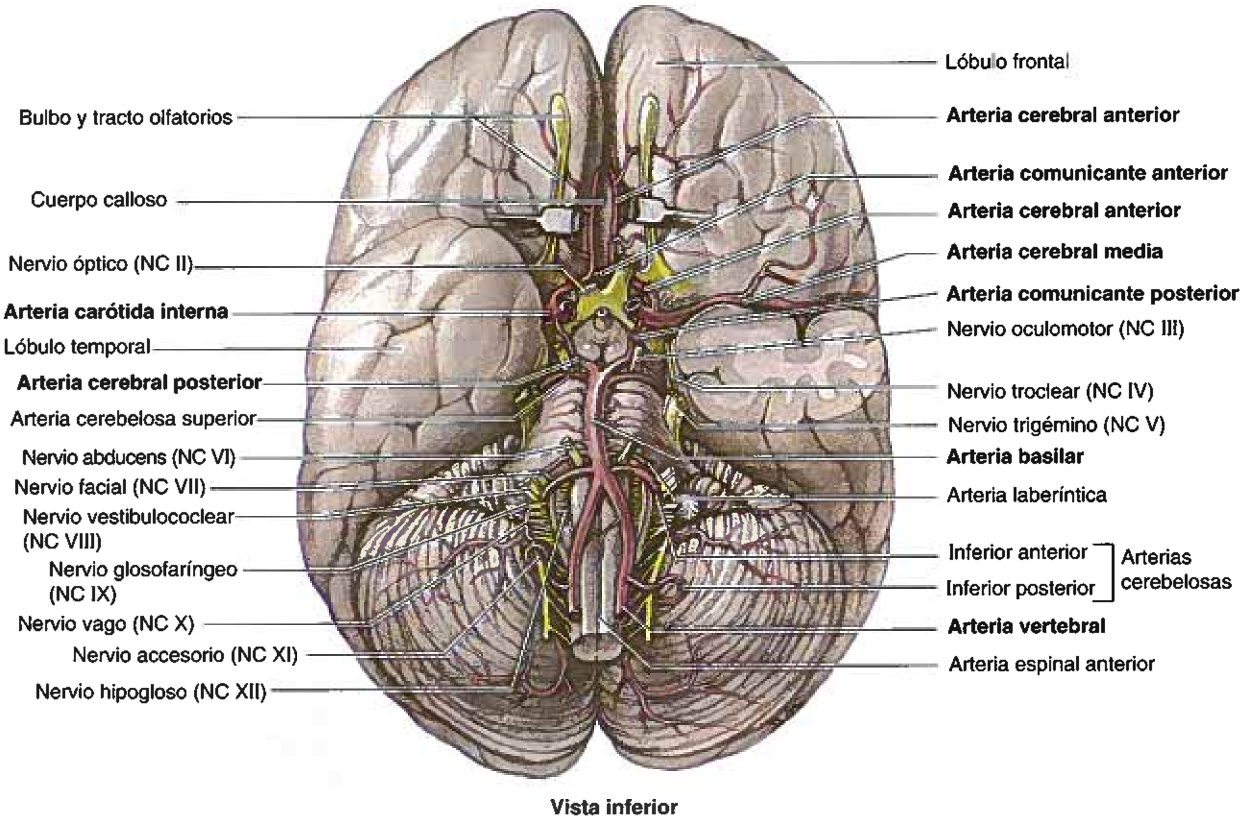
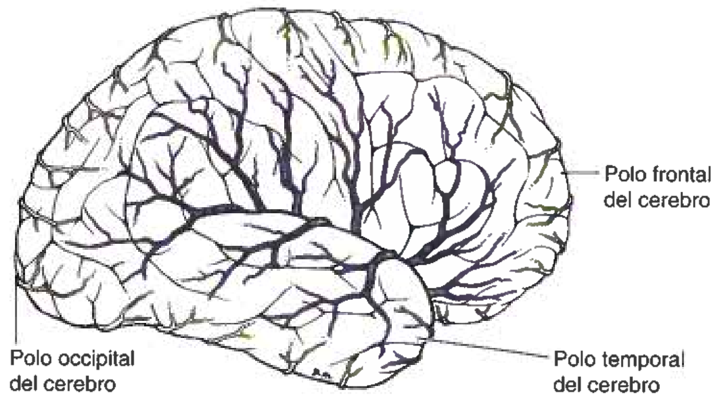
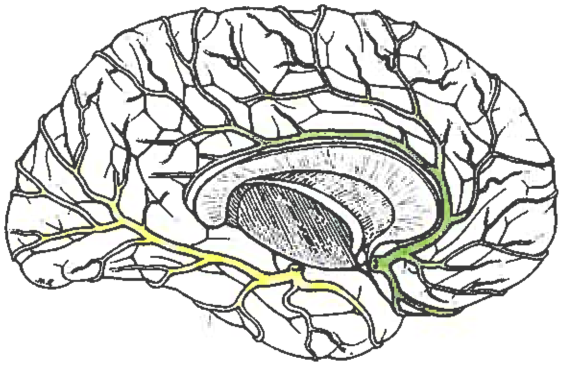

Lóbulo frontal
Bulbo y tracto olfatorios
Arteria cerebral anterior
Cuerpo calloso
Arteria comunicante anterior
Arteria cerebral anterior
Nervio óptico (NC II)
Arteria cerebral media
Arteria carótida interna
Arteria comunicante posterior
Lóbulo temporal
Nervio oculomotor (NC III)
Arteria cerebral posterior
Nervio troclear (NC IV)
Arteria cerebelosa superior
Nervio trigémino (NC V)
Nervio abducens (NC VI)
Arteria basilar
Nervio facial (NC VII)
Arteria laberíntica
Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Inferior anterior
Inferior posterior
Arterias cerebelosas
Nervio vago (NC X)
Arteria vertebral
Nervio accesorio (NC XI)
Arteria espinal anterior
Nervio hipogloso (NC XII)
Vista inferior

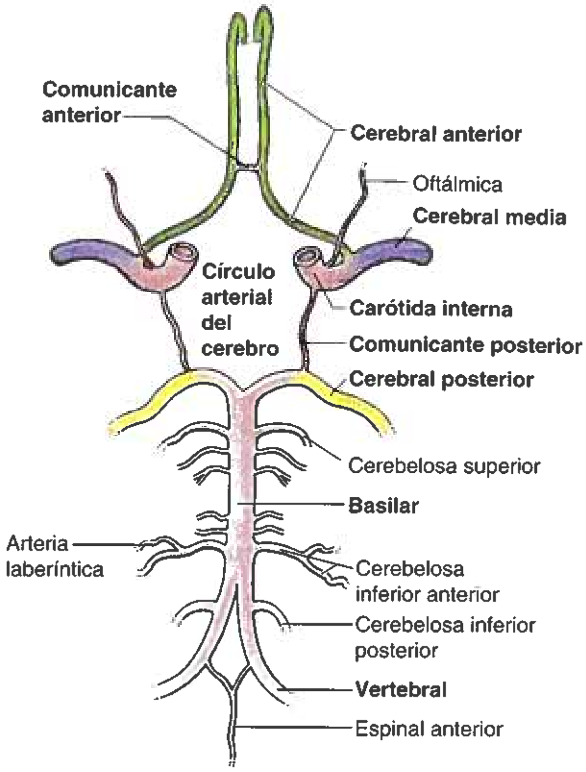
FIGURA 7-42. Base del encéfalo y círculo arterial del cerebro. Las arterias carótidas internas y basilar convergen, se dividen y se anastomosan para formar el círculo arterial del cerebro (de Willis). Se ha retirado el polo temporal izquierdo para mostrar la arteria cerebral media en el surco lateral del cerebro. Se han separado los lóbulos frontales para exponer las arterias cerebrales anteriores.


Polo frontal del cerebro
Polo occipital del cerebro
Polo temporal del cerebro

(A) Vista lateral derecha del hemisferio derecho



(B) Vista medial del hemisferio izquierdo


Comunicante anterior
Cerebral anterior
Oftálmica
Cerebral media
Círculo arterial del cerebro
Carótida interna
Comunicante posterior
Cerebral posterior
Cerebelosa superior
Basilar
Arteria laberíntica
Cerebelosa inferior anterior
Cerebelosa inferior posterior
Vertebral
Espinal anterior

(C) Vista inferior

FIGURA 7-43. Irrigación arterial del cerebro.

TABLA 7-7. IRRIGACIÓN ARTERIAL DE LOS HEMISFERIOS CEREBRALES

Arteria	Origen	Distribución
Carótida interna	Arteria carótida común, en el borde superior del cartílago tiroides	Proporciona ramas para las paredes del seno cavernoso, la hipófisis y el ganglio del trigémino; es el principal aporte sanguíneo al encéfalo
Cerebral anterior	Arteria carótida interna	Hemisferios cerebrales, salvo los lóbulos occipitales
Comunicante anterior	Arteria cerebral anterior	Círculo arterial del cerebro (de Willis)
Cerebral media	Continuación de la arteria carótida interna distal a la arteria cerebral anterior	La mayor parte de la cara lateral de los hemisferios cerebrales
Vertebral	Arteria subclavia	Meninges craneales y cerebelo
Basilar	Formada por la unión de las arterias vertebrales	Tronco del encéfalo, cerebelo y cerebro
Cerebral posterior	Rama terminal de la arteria basilar	Cara inferior del hemisferio cerebral y lóbulo occipital
Comunicante posterior	Arteria cerebral posterior	Tracto óptico, pedúnculo cerebral, cápsula interna y tálamo

ENCÉFALO

Traumatismos cerebrales

La *conmoción cerebral* es una pérdida brusca de la consciencia, de breve duración, inmediatamente después de un traumatismo craneal. Esta pérdida de consciencia puede durar sólo unos segundos, como ocurre en un fuera de combate en el boxeo. Cuando el traumatismo es más grave, como en un accidente de automóvil, la inconsciencia puede durar horas e incluso días. Si el sujeto recupera la consciencia en el plazo de 6 h, el pronóstico a largo plazo es excelente (Rowland, 2005); si el coma dura más de 6 h, suele haber lesiones del tejido cerebral.

Los boxeadores profesionales tienen especial riesgo de sufrir una *encefalopatía traumática crónica,* o *encefalopatía de los boxeadores,* una lesión cerebral que se caracteriza por debilidad de los miembros inferiores, inestabilidad de la marcha, lentitud de los movimientos, temblor de las manos, lenguaje titubeante y lentitud de ideación. Las lesiones cerebrales se producen por los movimientos de aceleración y desaceleración de la cabeza, que cizallan o distienden los axones (*traumatismo axonal difuso*). La detención brusca de la cabeza en movimiento da lugar a que el encéfalo golpee el cráneo, súbitamente inmóvil.

A veces la conmoción ocurre sin pérdida de la consciencia, lo cual no significa que la lesión sea menos grave. Más del 90 % de las lesiones en la cabeza se catalogan como lesiones encefálicas mínimas de origen traumático.

La *contusión cerebral* se produce por traumatismos encefálicos en los que la piamadre se desprende de la superficie encefálica lesionada y puede desgarrarse, con llegada de la sangre al espacio subaracnoideo. La sufusión hemorrágica puede ocurrir por el súbito impacto del cerebro, que todavía se halla en movimiento, contra el cráneo que se detiene bruscamente, o bien por la súbita aceleración del cráneo contra el cerebro aún inmóvil. La contusión cerebral puede ocasionar una pérdida prolongada de la consciencia, pero si no hay lesiones axonales difusas, tumefacción del encéfalo ni hemorragias secundarias, la recuperación de una contusión puede ser excelente (Rowland, 2005).

Los *desgarros cerebrales* se asocian a menudo a fracturas del cráneo con hundimiento o heridas por arma de fuego. El desgarro da lugar a la rotura de los vasos sanguíneos y hemorragia en el interior del encéfalo y en el espacio subaracnoideo, con aumento de la presión intracraneal y compresión cerebral.

La *compresión cerebral* puede producirse por:

- Acumulación de sangre en el interior del cráneo.
- Obstrucción de la circulación o la absorción del LCR.
- Tumores o abscesos intracraneales.
- Tumefacción del encéfalo por *edema cerebral,* un aumento de volumen del encéfalo producido por un incremento de su contenido de agua y sodio (Fishman, 2005b).

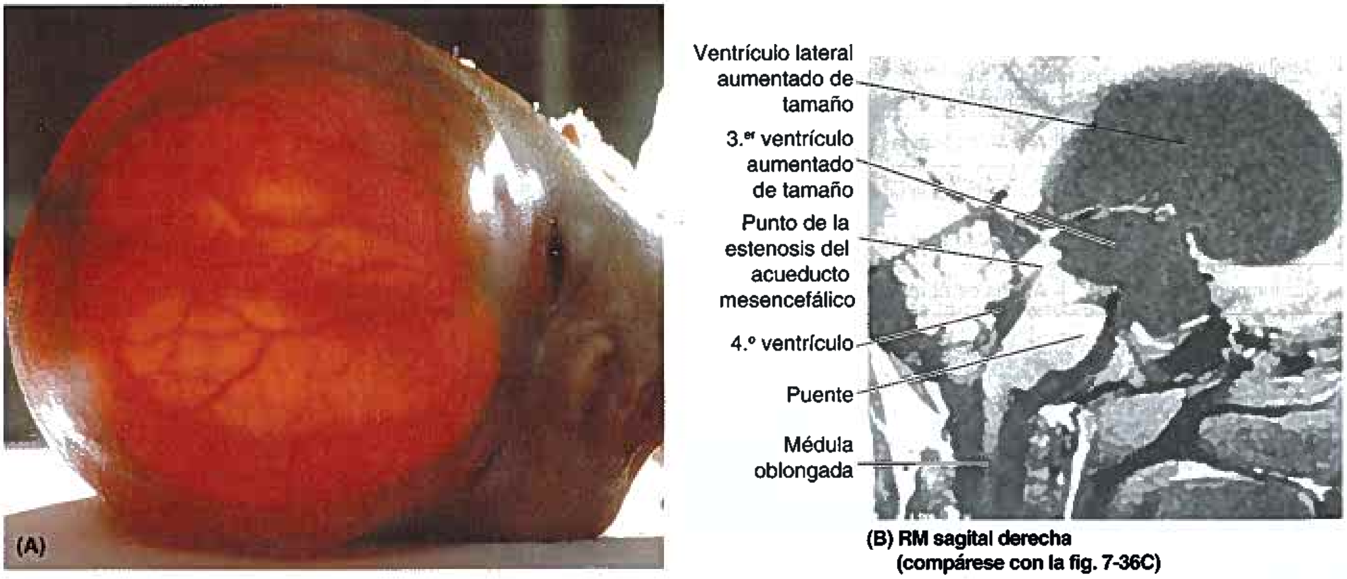
Punción cisternal

Mediante una *punción cisternal* puede obtenerse LCR de la cisterna cerebelobulbar posterior, con fines diagnósticos o terapéuticos. La cisterna cerebelobulbar es el lugar de elección en lactantes y niños de corta edad; la cisterna lumbar se utiliza sobre todo en el adulto (v. cap. 4). Para la punción se introduce cuidadosamente la aguja a través de la membrana atlantooccipital posterior hasta llegar a la cisterna. El espacio subaracnoideo o el sistema ventricular también pueden abordarse para medir o monitorizar la presión del LCR, inyectar antibióticos o administrar medios de contraste para técnicas de diagnóstico por la imagen.

Hidrocefalia

La sobreproducción de LCR, la obstrucción al flujo del LCR o la interferencia en su absorción dan lugar a un exceso de líquido en los ventrículos cerebrales y a un aumento de tamaño de la cabeza, proceso que se denomina *hidrocefalia obstructiva* (fig. C7-20A). El exceso de LCR dilata los ventrículos, adelgaza la corteza cerebral y separa los huesos de la bóveda craneal en el lactante. Aunque la obstrucción puede producirse en cualquier localización, el bloqueo suele ocurrir en el acueducto mesencefálico (fig. C7-20B) o en un agujero interventricular. La *estenosis del acueducto* puede producirse por un tumor cercano en el mesencéfalo, o bien por residuos celulares después de una hemorragia intraventricular, o por infecciones bacterianas o micóticas del sistema nervioso central (Corbett *et al.*, 2006).

El bloqueo de la circulación del LCR produce dilatación de los ventrículos superiormente al punto de la obstrucción, con presión sobre los hemisferios cerebrales. Este proceso comprime el cerebro entre el líquido ventricular y los huesos de la calvaria. En el lactante, la presión interna da lugar a que el encéfalo y la calvaria se expandan, debido a que las suturas y las fontanelas se hallan todavía abiertas. Se puede colocar un sistema de drenaje artificial para esquivar el bloqueo y permitir que escape el LCR, lo que reduce las lesiones cerebrales.


(A)
Ventrículo lateral aumentado de tamaño
3.er ventrículo aumentado de tamaño
Punto de la estenosis del acueducto mesencefálico
4.° ventrículo
Puente
Médula oblongada

(B) RM sagital derecha (compárese con la fig. 7-36C)

FIGURA C7-20. **Hidrocefalia (A) y estenosis del acueducto (B).**

En la *hidrocefalia comunicante* no está alterado el flujo del LCR a través de los ventrículos ni hacia el espacio subaracnoideo, pero el movimiento del LCR desde este espacio al sistema venoso se halla parcial o totalmente bloqueado. El bloqueo puede producirse por ausencia congénita de las granulaciones aracnoideas, o bien éstas pueden quedar bloqueadas por la presencia de hematíes a causa de una hemorragia subaracnoidea (Corbett *et al.*, 2006).

Fuga de líquido cefalorraquídeo

Las fracturas en el suelo de la fosa craneal media pueden producir fugas de LCR a través del conducto auditivo externo (*otorrea de LCR*) si se desgarran las meninges superiores al oído medio y se rompe la membrana del tímpano. Las fracturas del suelo de la fosa craneal anterior pueden interesar la lámina cribosa del etmoides, con fuga de LCR a través de la nariz (*rinorrea de LCR*). El LCR puede diferenciarse del moco mediante el análisis del contenido de glucosa, que en el LCR es similar al de la sangre. La otorrea y la rinorrea de LCR pueden ser la indicación principal de una fractura de la base del cráneo, con mayor riesgo de meningitis por propagación de una infección desde el oído o la nariz a las meninges (Rowland, 2005).

Anastomosis de las arterias cerebrales y embolia cerebral

Las ramas de las tres arterias cerebrales se anastomosan entre sí sobre la superficie del encéfalo; sin embargo, si una arteria cerebral se obstruye por una *embolia cerebral* (p. ej., un coágulo sanguíneo), esas anastomosis microscópicas no son capaces de proporcionar una cantidad suficiente de sangre al área de corteza cerebral afectada. Por lo tanto, se producen *isquemia* e *infarto cerebrales* y aparece un área de necrosis. Las grandes embolias cerebrales que ocluyen vasos importantes pueden producir trastornos neurológicos graves y la muerte.

Variaciones del círculo arterial del cerebro

Es frecuente que haya variaciones en el calibre de los vasos que forman el círculo arterial del cerebro. Las arterias comunicantes posteriores faltan en algunos individuos; en otros puede haber dos arterias comunicantes anteriores. Aproximadamente en un tercio de las personas, una arteria cerebral posterior es rama principal de la arteria carótida interna. Una de las arterias cerebrales anteriores a menudo es pequeña en la parte proximal de su curso; la arteria comunicante anterior es mayor de lo habitual en estos individuos. Estas variaciones pueden ser clínicamente significativas si aparecen embolias o patología arterial.

Ictus o accidente vascular cerebral

Un *ictus isquémico* denota el desarrollo súbito de déficits neurológicos focales, relacionados habitualmente con un *trastorno del flujo sanguíneo cerebral*. El ictus isquémico suele producirse por embolia en una arteria cerebral importante. Los ictus son los trastornos neurológicos más comunes que afectan a los adultos en Estados Unidos (Sacco, 2005); es más frecuente que sean discapacitantes que mortales. El rasgo cardinal de un ictus es el comienzo súbito de síntomas neurológicos.

El círculo arterial del cerebro es un mecanismo importante de circulación colateral si se produce la obstrucción parcial de una de las arterias principales que lo forman. La oclusión súbita, aunque sea parcial, da lugar a déficits neurológicos. En el anciano, las anastomosis del círculo arterial a menudo son insuficientes cuando se ocluye una arteria principal (p. ej., la carótida interna), incluso aunque la oclusión sea gradual (en cuyo caso la función se altera al menos en cierto grado). Las causas más comunes de ictus son los *accidentes vasculares cerebrales espontáneos*, como la trombosis cerebral, la hemorragia cerebral, la embolia cerebral y la hemorragia subaracnoidea (Rowland, 2005).

El *ictus hemorrágico* sigue a la rotura de una arteria o un *aneurisma sacular*, o dilatación en forma de saco de una parte débil de la pared arterial (fig. C7-21A). El tipo más frecuente de aneurisma sacular es el **aneurisma en mora,** que ocurre en los vasos del círculo arterial del cerebro, o próximos a él, y en las arterias de mediano calibre de la base del cráneo (fig. C7-21B). También ocu-

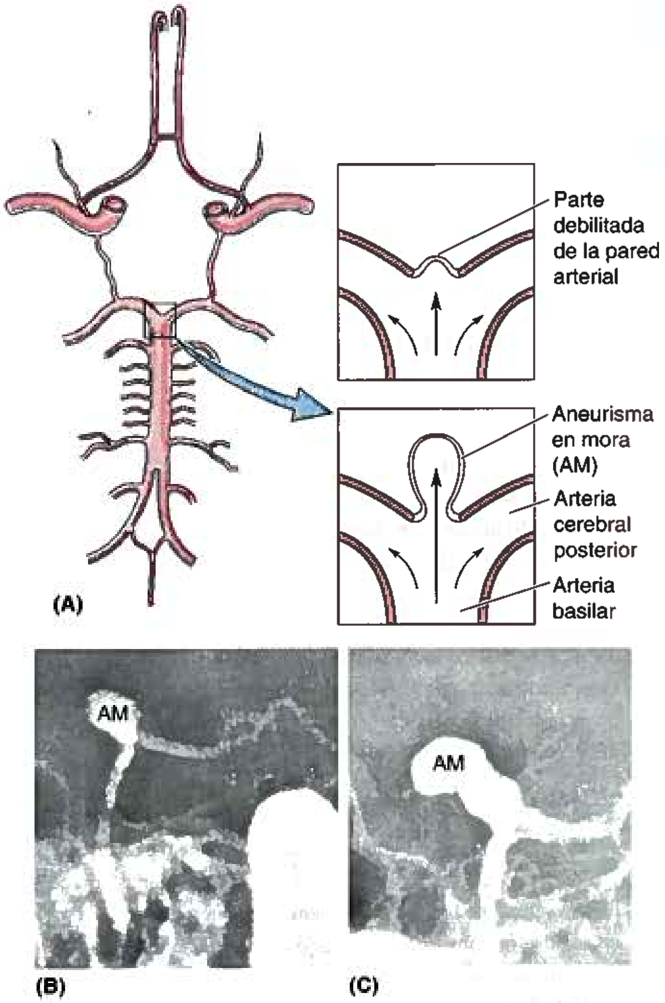

Parte debilitada de la pared arterial
Aneurisma en mora (AM)
Arteria cerebral posterior
Arteria basilar
(A)
AM
AM
(B)
(C)

FIGURA C7-21.

rren aneurismas en la bifurcación de la arteria basilar que da lugar a las arterias cerebrales posteriores.

Con el tiempo, especialmente en los individuos con *hipertensión* (tensión arterial elevada), la parte débil de la pared del aneurisma se expande y puede romperse (fig. C7-21C), con paso de la sangre al espacio subaracnoideo. La *rotura súbita de un aneurisma* suele producir una cefalea muy intensa, casi insoportable, y rigidez de nuca. Estos síntomas se deben a una hemorragia importante en el espacio subaracnoideo.

Infarto cerebral

La presencia de una *placa aterosclerótica* en un recodo arterial (p. ej., en la bifurcación de una arteria carótida común) produce un estrechamiento (*estenosis*) progresivo de la arteria, con déficits neurológicos graves y progresivos (fig. C7-22). Un *émbolo* se desprende de la placa y discurre por el torrente sanguíneo hasta que queda alojado en una arteria, habitualmente una rama intracraneal demasiado pequeña como para permitir que siga avanzando. Este fenómeno suele producir un *infarto cortical agudo*, o insuficiencia brusca de la llegada de sangre arterial al cerebro (p. ej., del lóbulo parietal izquierdo). La interrupción del aporte sanguíneo durante 30 s altera el metabolismo cerebral; después de 1-2 min puede perderse la función neurológica, y al cabo de 5 min la falta de oxígeno (*anoxia*) puede producir un infarto cerebral. La recuperación rápida del aporte de oxígeno puede contrarrestar el daño cerebral (Sacco, 2005).

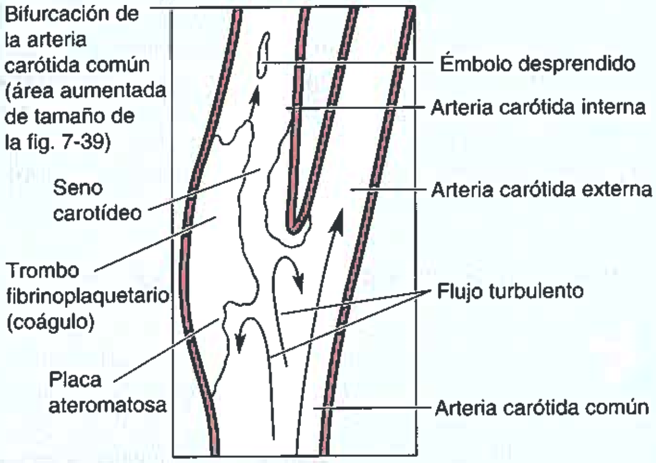


FIGURA C7-22.

Ataques de isquemia transitoria

Con la denominación de *ataques de isquemia transitoria* (*AIT*) se designan aquellos síntomas neurológicos que son consecuencia de una *isquemia*. La mayoría duran sólo unos pocos minutos, aunque algunos persisten hasta una hora. En la *estenosis carotídea* o *vertebrobasilar*, el AIT suele durar más y provoca el cierre distal de los vasos intracraneales. Los síntomas de un AIT pueden ser ambiguos: tambaleo, mareos, aturdimiento, desvanecimiento y *parestesias*. Las personas con AIT tienen más riesgo de infarto de miocardio e ictus isquémico (Brust, 2005).

Puntos fundamentales

ENCÉFALO

Partes del encéfalo. Los dos hemisferios de la corteza cerebral, separados por la hoz del cerebro, son los rasgos dominantes del encéfalo humano. ♦ Aunque el patrón de circunvoluciones (giros) y surcos es muy variable, otras características del encéfalo, incluido su tamaño global, son muy constantes de un sujeto a otro. ♦ A efectos descriptivos, cada hemisferio cerebral está dividido en cuatro lóbulos que están relacionados con los huesos suprayacentes homónimos, aunque los límites de unos y otros no coinciden. ♦ El diencéfalo constituye el núcleo central del encéfalo. El mesencéfalo, el puente y la médula oblongada componen el tronco del encéfalo; la médula oblongada se continúa con la médula espinal. ♦ El cerebelo es la masa encefálica subtentorial que ocupa la fosa craneal posterior.

Ventrículos del encéfalo. En el centro de cada hemisferio cerebral hay un ventrículo lateral; por lo demás, el sistema ventricular del encéfalo es impar y está constituido por formaciones medias que se comunican con el espacio subaracnoideo que rodea al encéfalo y a la médula espinal. ♦ Los plexos coroideos secretan el LCR al interior de los ventrículos, y el líquido sale de ellos hacia el espacio subaracnoideo. ♦ El LCR es absorbido hacia el sistema venoso, normalmente al mismo ritmo con que se produce, a través de las granulaciones aracnoideas relacionadas con el seno sagital superior.

Irrigación arterial y drenaje venoso del encéfalo. El aporte continuo de oxígeno y nutrientes es esencial para las funciones del encéfalo. ♦ El encéfalo recibe un doble aporte de sangre desde las ramas cerebrales de las arterias carótidas internas y vertebrales. ♦ Las anastomosis entre estas arterias constituyen el círculo arterial del cerebro. ♦ También existen anastomosis entre las ramas de las tres arterias cerebrales sobre la superficie del cerebro. ♦ En el adulto, si se bloquea una de las cuatro arterias que llevan sangre al encéfalo, las restantes no suelen ser capaces de aportar una circulación colateral suficiente; por lo tanto, se produce un trastorno del flujo sanguíneo cerebral (isquemia) y un ictus isquémico. ♦ El drenaje venoso del encéfalo se produce a través de los senos venosos de la duramadre y las venas yugulares internas.

OJO, ÓRBITA, REGIÓN ORBITARIA Y GLOBO OCULAR

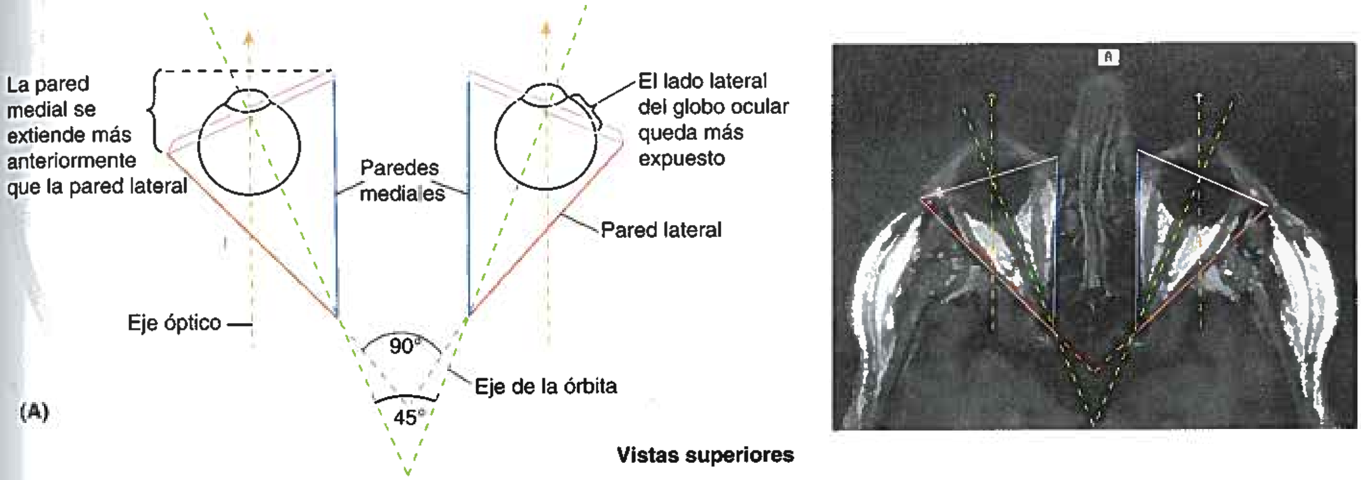
El **ojo** es el órgano de la visión y está formado por el globo ocular y el nervio óptico. La *órbita* contiene el ojo y sus apéndices. La **región orbitaria** es el área de la cara superpuesta a la órbita y al globo ocular, e incluye los párpados superior e inferior y el aparato lagrimal.

Órbitas

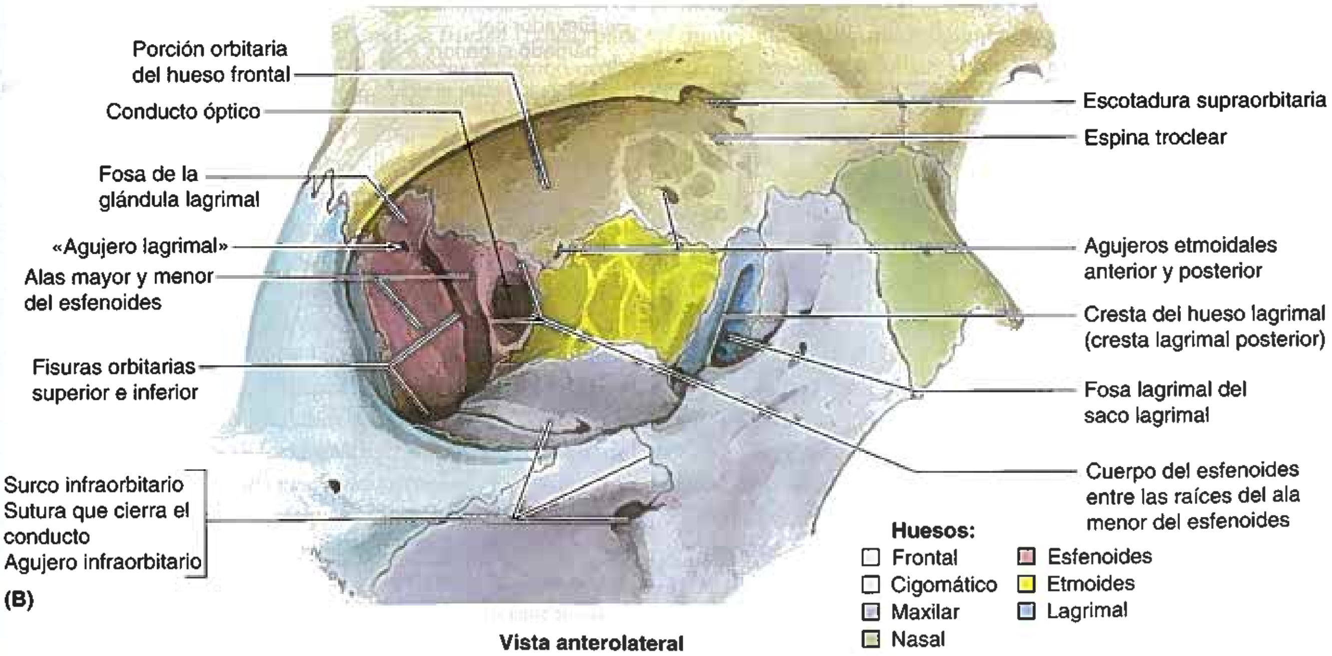
Las **órbitas** son cavidades óseas bilaterales en el esqueleto facial. Su aspecto es semejante al de pirámides cuadrangulares huecas, con sus bases dirigidas anterolateralmente y sus vértices posteromedialmente (fig. 7-44A). Las paredes mediales de ambas órbitas, separadas por las celdillas etmoidales y las porciones superiores de la cavidad nasal, son casi paralelas, mientras que sus paredes laterales forman aproximadamente un ángulo recto (90°).

Por lo tanto, los *ejes de las órbitas* divergen unos 45°. Sin embargo, los *ejes ópticos* (ejes de la mirada, dirección o línea visual) de ambos globos oculares son paralelos, y en la posición anatómica van dirigidos anteriormente («mirada al frente») al estar los globos oculares en la *posición primaria*. Las órbitas y la región orbitaria anterior a ellas contienen y protegen los **globos oculares** y las **estructuras visuales accesorias** (fig. 7-45), que son:

- Los *párpados*, que están unidos a las órbitas anteriormente y controlan la exposición del globo ocular anterior.

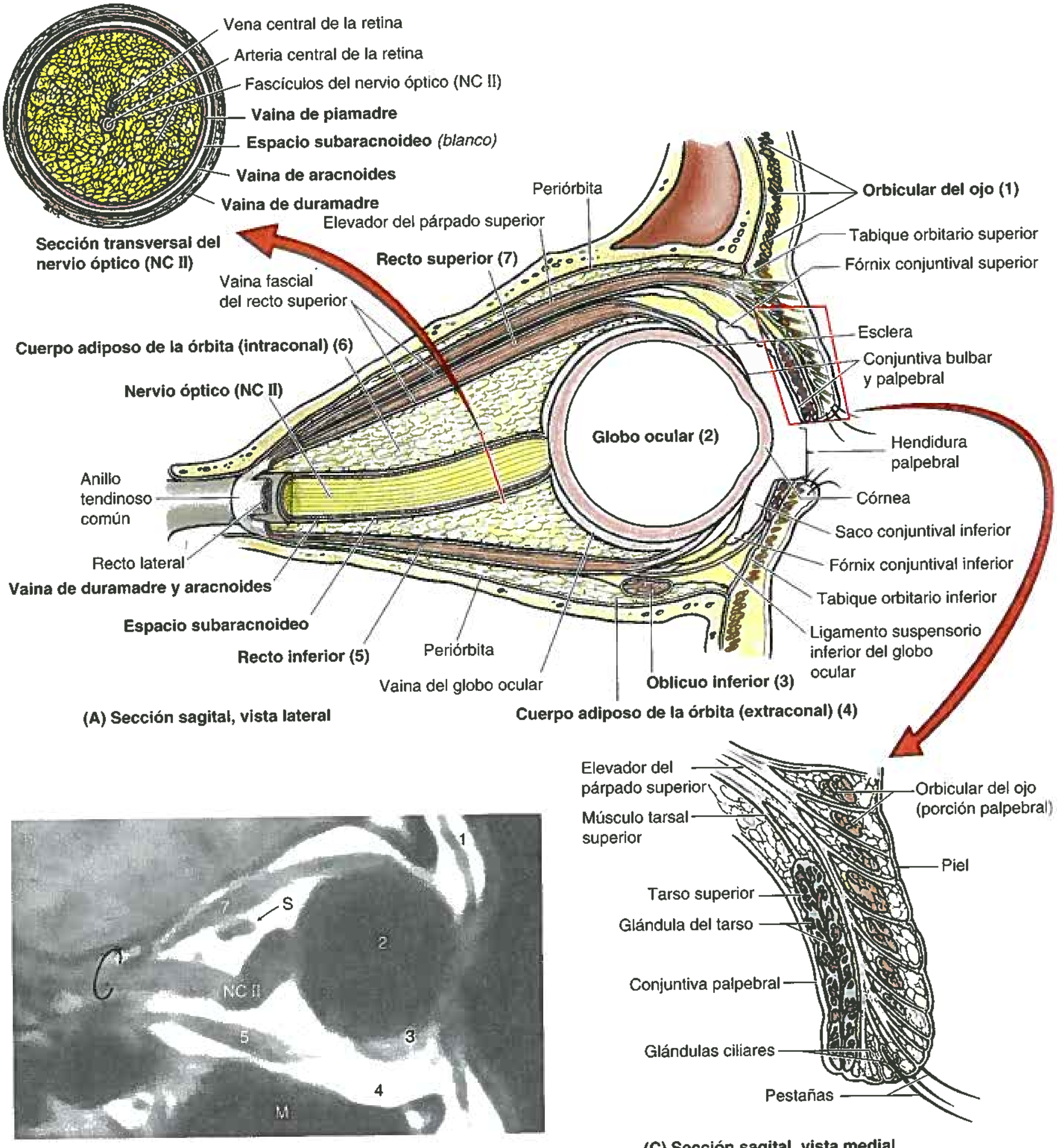

La pared medial se extiende más anteriormente que la pared lateral
Paredes mediales
El lado lateral del globo ocular queda más expuesto
Pared lateral
Eje óptico
90°
45°
Eje de la órbita
(A)
A

Vistas superiores


Porción orbitaria del hueso frontal
Conducto óptico
Fosa de la glándula lagrimal
«Agujero lagrimal»
Alas mayor y menor del esfenoides
Fisuras orbitarias superior e inferior
Surco infraorbitario
Sutura que cierra el conducto
Agujero infraorbitario
(B)
Escotadura supraorbitaria
Espina troclear
Agujeros etmoidales anterior y posterior
Cresta del hueso lagrimal (cresta lagrimal posterior)
Fosa lagrimal del saco lagrimal
Cuerpo del esfenoides entre las raíces del ala menor del esfenoides
Huesos:
☐ Frontal
☐ Cigomático
▨ Maxilar
▨ Nasal
▨ Esfenoides
🟨 Etmoides
▨ Lagrimal

Vista anterolateral

FIGURA 7-44. Órbitas y ubicación en ellas de los globos oculares. A. Obsérvese la disposición de las órbitas entre sí y con respecto a los ejes ópticos (línea de mirada). Las órbitas están separadas por celdillas etmoidales y la parte superior del tabique y la cavidad nasal. **B.** Paredes óseas de la órbita. La vista anterolateral ofrece una imagen de la órbita y el vértice, que se encuentran en el plano sagital y no se aprecian bien en la vista anterior.


Vena central de la retina
Arteria central de la retina
Fascículos del nervio óptico (NC II)
Vaina de piamadre
Espacio subaracnoideo (blanco)
Vaina de aracnoides
Vaina de duramadre
Sección transversal del nervio óptico (NC II)
Periórbita
Elevador del párpado superior
Orbicular del ojo (1)
Tabique orbitario superior
Fórnix conjuntival superior
Recto superior (7)
Vaina fascial del recto superior
Cuerpo adiposo de la órbita (intraconal) (6)
Esclera
Conjuntiva bulbar y palpebral
Nervio óptico (NC II)
Globo ocular (2)
Hendidura palpebral
Anillo tendinoso común
Córnea
Saco conjuntival inferior
Fórnix conjuntival inferior
Recto lateral
Vaina de duramadre y aracnoides
Tabique orbitario inferior
Espacio subaracnoideo
Ligamento suspensorio inferior del globo ocular
Recto inferior (5)
Periórbita
Vaina del globo ocular
Oblicuo inferior (3)
Cuerpo adiposo de la órbita (extraconal) (4)
Elevador del párpado superior
Orbicular del ojo (porción palpebral)
Músculo tarsal superior
Piel
Tarso superior
Glándula del tarso
Conjuntiva palpebral
Glándulas ciliares
Pestañas
1
S
7
2
NC II
5
3
4
M

(A) Sección sagital, vista lateral

(B) RM, sección sagital, vista lateral

(C) Sección sagital, vista medial

FIGURA 7-45. Órbita, globo ocular y párpados. A. Sección sagital de la órbita que muestra su contenido. *Recuadro,* sección transversal del nervio óptico (NC II). El espacio subaracnoideo que rodea al nervio óptico se continúa con el espacio entre la aracnoides y la piamadre que cubre el encéfalo. Los números se refieren a las estructuras identificadas en **B. B.** Resonancia magnética que muestra una sección sagital similar a **A.** M, seno maxilar; S, vena oftálmica superior; *arco,* conducto óptico. **C.** Detalle del párpado superior. El tarso constituye el esqueleto del párpado y contiene las glándulas del tarso. (Parte **B** por cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Chair of Medical Imaging, University of Toronto, and Clinical Director of Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

- Los *músculos extrínsecos del globo ocular,* que posicionan el globo ocular y elevan el párpado superior.
- Los *nervios y vasos* en tránsito hacia los globos oculares y los músculos.
- La *fascia orbitaria* que rodea los globos oculares y los músculos.
- La *mucosa (conjuntiva)* que tapiza los párpados, la cara anterior de los globos oculares y la mayor parte del *aparato lagrimal* que la lubrifica.

Todo el espacio en el interior de las órbitas que no está ocupado por estas estructuras contiene la **grasa orbitaria** (cuerpo adiposo de la órbita), que forma una matriz en la cual están inmersas las estructuras de la órbita.

La **órbita,** con forma de pirámide cuadrangular, posee una base, cuatro paredes y un vértice (fig. 7-44B):

- La **base** de la órbita está limitada por el **borde de la cavidad orbitaria,** que rodea la **entrada de la órbita.** El hueso que forma el borde está reforzado para proteger el contenido orbitario, y proporciona inserción al *tabique orbitario,* una membrana fibrosa que se extiende hacia los párpados.
- La **pared superior** (techo) es aproximadamente horizontal y está formada principalmente por la *porción orbitaria del hueso frontal,* que separa la cavidad orbitaria de la fosa craneal anterior. Cerca del vértice de la órbita, la pared superior está formada por el *ala menor del esfenoides.* Anterolateralmente, una depresión superficial en la porción orbitaria del hueso frontal, denominada **fosa de la glándula lagrimal** (fosa lagrimal), aloja dicha glándula.
- Las **paredes mediales** de ambas órbitas son casi paralelas y están formadas principalmente por la **lámina orbitaria del etmoides**, además de recibir contribuciones de la *apófisis frontal del maxilar,* y los huesos *lagrimal* y *esfenoides.* Anteriormente, la pared medial presenta escotaduras para el **surco lagrimal** y la **fosa del saco lagrimal;** la *tróclea* (polea) para el tendón de uno de los músculos extrínsecas del globo ocular está localizada superiormente. Gran parte del hueso que forma la pared medial es delgado como un papel; el hueso etmoides está muy neumatizado por las celdillas etmoidales, a menudo visibles a través del hueso en un cráneo desecado.
- La **pared inferior** (suelo orbitario) está formado principalmente por el *maxilar* y en parte por los huesos cigomático y palatino. La delgada pared inferior es compartida por la órbita y el seno maxilar. Se inclina inferiormente desde el vértice hacia el borde inferior de la órbita. La pared inferior está delimitada de la pared lateral de la órbita por la **fisura orbitaria inferior,** un hiato entre las caras orbitarias del maxilar y el esfenoides.
- La **pared lateral** está formada por la **apófisis frontal del hueso cigomático** y el *ala mayor del esfenoides.* Es más fuerte y gruesa, hecho importante porque es la que se halla más expuesta y es más vulnerable a un traumatismo directo. Su porción posterior separa la órbita de las fosas temporal y craneal media. Las paredes laterales de ambas órbitas son casi perpendiculares entre sí.
- El **vértice de la órbita** se halla en el **conducto óptico** en el *ala menor del esfenoides,* inmediatamente medial a la *fisura orbitaria superior.*

La parte más ancha de la órbita corresponde al ecuador del globo ocular (fig. 7-45A), una línea imaginaria que lo rodea y se halla equidistante a sus polos anterior y posterior. Los huesos que forman la órbita están tapizados por la **periórbita,** el periostio orbitario. La periórbita se continúa:

- En el conducto óptico y la fisura orbitaria superior, con la capa perióstica de la duramadre.
- Sobre el borde de la cavidad orbitaria y a través de la fisura orbitaria inferior, con el periostio que cubre la superficie externa del cráneo (pericráneo).
- Con el tabique orbitario en los bordes de la órbita.
- Con las vainas fasciales de los músculos extrínsecos del globo ocular.
- Con la fascia orbitaria que forma la *vaina fascial del globo ocular.*

Párpados y aparato lagrimal

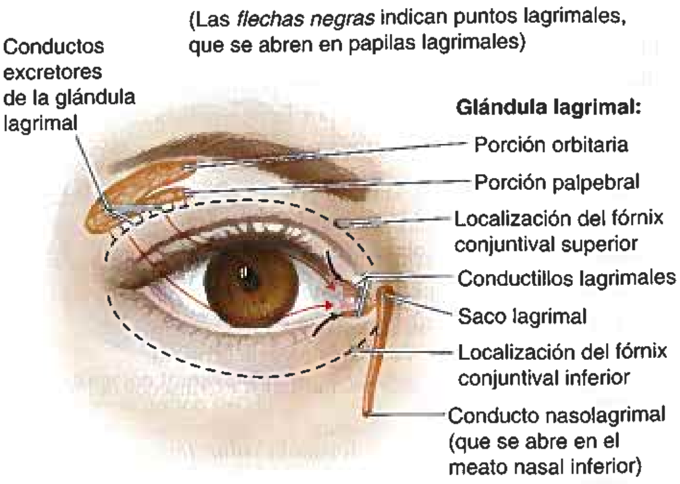
Los párpados y el líquido lagrimal secretado por las glándulas lagrimales protegen la córnea y los globos oculares frente a los traumatismos y la irritación (p. ej., por el polvo y las pequeñas partículas).

PÁRPADOS

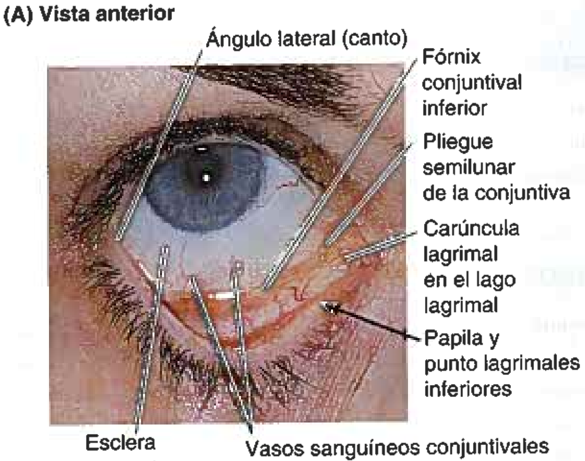
Los **párpados** son repliegues móviles que cubren el globo ocular anteriormente cuando están cerrados, y por tanto protegen frente a los traumatismos y la luz excesiva. También mantienen la córnea húmeda al extender sobre ella el líquido lagrimal. Los párpados están cubiertos externamente por una piel delgada, e internamente por una mucosa transparente, la **conjuntiva palpebral** (fig. 7-45A y C). Esta parte de la conjuntiva se refleja sobre el globo ocular, donde se continúa con la **conjuntiva bulbar,** delgada y transparente, que se halla unida laxamente a la cara anterior del globo ocular. La conjuntiva bulbar, laxa y arrugada sobre la esclera (donde contiene pequeños vasos sanguíneos visibles), se adhiere a la periferia de la córnea (fig. 7-46B). La línea de reflexión de la conjuntiva palpebral sobre el globo ocular forma unos profundos fondos de saco, los **fórnix conjuntivales superior e inferior** (figs. 7-45A y 7-46).

El **saco conjuntival** es el espacio limitado por las conjuntivas palpebral y bulbar; es un espacio cerrado cuando los párpados están cerrados, pero presenta una abertura anterior, la *hendidura palpebral,* cuando el ojo está abierto (los párpados se hallan separados) (fig. 7-45A). El saco conjuntival es una forma especializada de «bolsa» mucosa que permite que los párpados se muevan libremente sobre la superficie del globo ocular cuando se abren y cierran.

Los párpados superior e inferior están reforzados por unas láminas densas de tejido conectivo, los **tarsos superior** e **inferior,** que forman el «esqueleto» de los párpados (figs. 7-45C y 7-47A). Algunas fibras de la porción palpebral del *músculo orbicular del ojo* (el esfínter de la hendidura palpebral) se hallan en el tejido conectivo superficialmente con respecto a estos tarsos y profundamente a la piel de los párpados (fig. 7-45C). Incluidas en los tarsos se hallan las **glándulas tarsales,** cuya secreción lipídica lubrifica los bordes de los párpados y les impide que

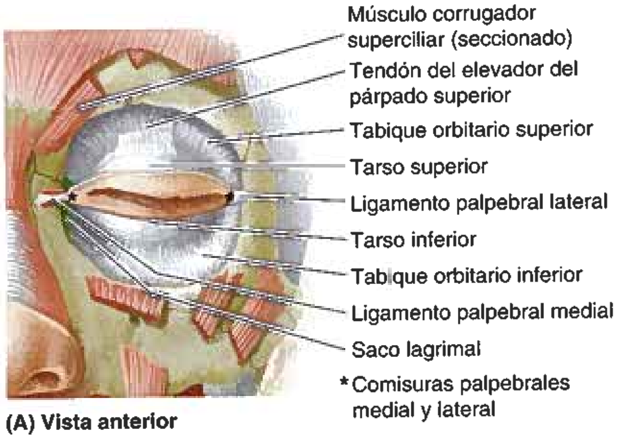

(Las *flechas negras* indican puntos lagrimales, que se abren en papilas lagrimales)
Conductos excretores de la glándula lagrimal
Glándula lagrimal:
Porción orbitaria
Porción palpebral
Localización del fórnix conjuntival superior
Conductillos lagrimales
Saco lagrimal
Localización del fórnix conjuntival inferior
Conducto nasolagrimal (que se abre en el meato nasal inferior)

(A) Vista anterior


Ángulo lateral (canto)
Fórnix conjuntival inferior
Pliegue semilunar de la conjuntiva
Carúncula lagrimal en el lago lagrimal
Papila y punto lagrimales inferiores
Esclera
Vasos sanguíneos conjuntivales

(B) Vista anterior

FIGURA 7-46. Aparato lagrimal y parte anterior del globo ocular. **A.** Componentes del aparato lagrimal, por los que las lágrimas fluyen desde la cara superolateral del saco conjuntival *(líneas de trazos)* hasta la cavidad nasal. **B.** Anatomía de superficie del ojo. La capa fibrosa externa del globo ocular incluye la firme esclera blanca y la córnea transparente central, a través de la cual puede apreciarse el iris pigmentado con su abertura, la pupila. Se ha realizado la eversión del párpado inferior para mostrar la reflexión de la conjuntiva desde la cara anterior del globo ocular hacia la cara interna del párpado. El pliegue semilunar es un pliegue vertical de conjuntiva junto al ángulo medial, en la carúncula lagrimal.


Músculo corrugador superciliar (seccionado)
Tendón del elevador del párpado superior
Tabique orbitario superior
Tarso superior
Ligamento palpebral lateral
Tarso inferior
Tabique orbitario inferior
Ligamento palpebral medial
Saco lagrimal
*Comisuras palpebrales medial y lateral
(A) Vista anterior

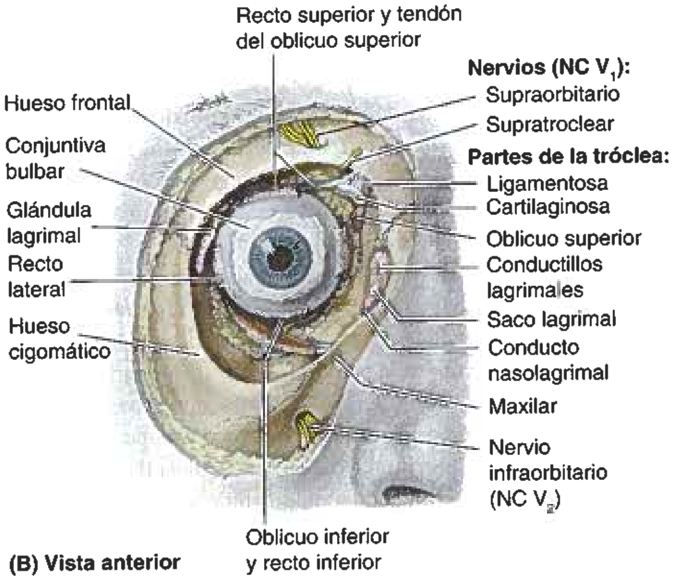

Recto superior y tendón del oblicuo superior
Nervios (NC V_1):
Supraorbitario
Supratroclear
Partes de la tróclea:
Ligamentosa
Cartilaginosa
Oblicuo superior
Conductillos lagrimales
Saco lagrimal
Conducto nasolagrimal
Maxilar
Nervio infraorbitario (NC V_2)
Hueso frontal
Conjuntiva bulbar
Glándula lagrimal
Recto lateral
Hueso cigomático
Oblicuo inferior y recto inferior
(B) Vista anterior

FIGURA 7-47. Esqueleto de los párpados y vista anterior de la órbita. **A.** Tarsos superior e inferior con sus inserciones. Los bordes ciliares están libres, aunque se fijan periféricamente al tabique orbitario (fascia palpebral en el párpado). **B.** En esta disección de la órbita se han retirado los párpados, el tabique orbitario, el elevador del párpado superior y parte del tejido adiposo. Se observa parte de la glándula lagrimal entre la pared ósea de la órbita, lateralmente, y el globo ocular y el músculo recto lateral, medialmente. Se observan medialmente las estructuras que reciben el drenaje lagrimal desde el saco conjuntival.

se adhieran entre sí al cerrar los ojos. Además, esta secreción forma una barrera que no cruza el líquido lagrimal cuando se produce en cantidades normales. Si la producción es excesiva, se desparrama sobre la barrera y aparece en las mejillas en forma de lágrimas.

Las **pestañas** se encuentran en los bordes de los párpados. Las grandes glándulas sebáceas asociadas con las pestañas son **glándulas ciliares.** Las uniones de los párpados superior e inferior constituyen las **comisuras palpebrales medial** y **lateral,** que definen los **ángulos medial** y **lateral del ojo,** o *cantos* (figs. 7-46B y 7-47A).

Entre la nariz y el ángulo medial del ojo se halla el **ligamento palpebral medial,** que conecta los tarsos al borde medial de la órbita (fig. 7-47A). El músculo orbicular del ojo se origina e inserta en este ligamento. El **ligamento palpebral lateral,** similar al anterior, une los tarsos al borde lateral de la órbita, pero no proporciona ninguna inserción muscular directa.

El **tabique orbitario** es una membrana fibrosa que se extiende desde los tarsos hasta los bordes de la órbita, en donde se continúa con el periostio (figs. 7-45A y 7-47A). Sirve de contención para la grasa orbitaria y, debido a su continuidad con la periórbita, puede evitar que una infección se propague hacia la órbita y desde ella. El tabique constituye en gran parte la fascia posterior del músculo orbicular del ojo.

APARATO LAGRIMAL

El aparato lagrimal (figs. 7-46A y 7-47B) se compone de:

- **Glándula lagrimal.** Segrega el **líquido lagrimal,** una solución salina fisiológica acuosa que contiene lisozima, una enzima bactericida. El líquido humedece y lubrifica las superficies de la conjuntiva y la córnea, y proporciona a ésta algunos nutrientes y oxígeno disuelto; cuando se produce en exceso constituye las lágrimas.

- **Conductos excretores de la glándula lagrimal.** Transportan el líquido lagrimal desde las glándulas lagrimales al saco conjuntival (fig. 7-46A).
- **Conductillos lagrimales.** Comienzan en el **punto lagrimal** (abertura) de la **papila lagrimal,** cerca del ángulo medial del ojo, y drenan el líquido lagrimal desde el **lago lagrimal** (un espacio triangular en el ángulo medial del ojo donde se acumulan las lágrimas) al **saco lagrimal** (la parte superior dilatada del conducto nasolagrimal) (figs. 7-46A y 7-47B).
- **Conducto nasolagrimal.** Conduce el líquido lagrimal al *meato nasal inferior* (parte de la cavidad nasal, inferior a la concha o cornete nasal inferior).

La *glándula lagrimal,* de forma almendrada y unos 2 cm de longitud, está situada en la *fosa de la glándula lagrimal,* en la parte superolateral de la órbita (figs. 7-44B, 7-46A y 7-47B). La glándula está dividida en una parte superior (orbitaria) y otra inferior (palpebral) por la expansión lateral del tendón del *elevador del párpado superior* (fig. 7-46A). También se encuentran **glándulas lagrimales accesorias,** a veces en la parte media del párpado o a lo largo de los fórnix superior o inferior del saco conjuntival. Son más numerosas en el párpado superior que en el inferior.

La producción de líquido lagrimal se estimula por impulsos parasimpáticos del NC VII. El líquido se segrega a través de 8 a 12 *conductos excretores,* que se abren en la parte lateral del *fórnix conjuntival superior* del saco conjuntival. El líquido fluye inferiormente dentro del saco por la fuerza de la gravedad. Cuando la córnea se seca, el ojo parpadea. Los párpados se ponen en contacto en una secuencia lateral a medial, lo que empuja una película de líquido medialmente sobre la córnea, de modo algo parecido a lo que ocurre con un limpiaparabrisas. De este modo, el líquido lagrimal con material extraño, como polvo, es impulsado hacia el ángulo medial del ojo y se acumula en el saco lagrimal, desde donde drena por capilaridad a través de los puntos y canalículos lagrimales hacia el saco lagrimal (figs. 7-46A y 7-47B).

Desde dicho saco, las lágrimas pasan al meato nasal inferior de la cavidad nasal por el conducto nasolagrimal, y drenan posteriormente a través del suelo de la cavidad nasal a la nasofaringe, y más tarde se degluten. Además de limpiar las partículas y el material irritante del saco conjuntival, el líquido lagrimal aporta nutrientes y oxígeno a la córnea.

La **inervación de la glándula lagrimal** se realiza por parte del simpático y el parasimpático (fig. 7-48). Las *fibras secretomotoras parasimpáticas presinápticas* llegan desde el nervio facial por el *nervio petroso mayor,* y luego por el *nervio del conducto pterigoideo* al *ganglio pterigopalatino,* donde establecen sinapsis con los cuerpos celulares de las fibras postsinápticas. Las fibras simpáticas postsinápticas vasoconstrictoras, que llegan desde el *ganglio cervical superior* por el *plexo carotídeo interno* y el nervio petroso profundo, se unen a las fibras parasimpáticas para formar el nervio del conducto pterigoideo y atravesar el ganglio pterigopalatino. El nervio cigomático (ramo del nervio maxilar) lleva ambos tipos de fibras al ramo lagrimal del nervio oftálmico, por el cual penetran en la glándula (v. cap. 9).

Globo ocular

El **globo ocular** contiene el aparato óptico del sistema visual. Ocupa la mayor parte de la porción anterior de la órbita, suspendido por seis músculos extrínsecos, que controlan sus movimientos, y por un *aparato suspensor* fascial. Mide aproximadamente 25 mm de diámetro. Todas las estructuras anatómicas intraocu-

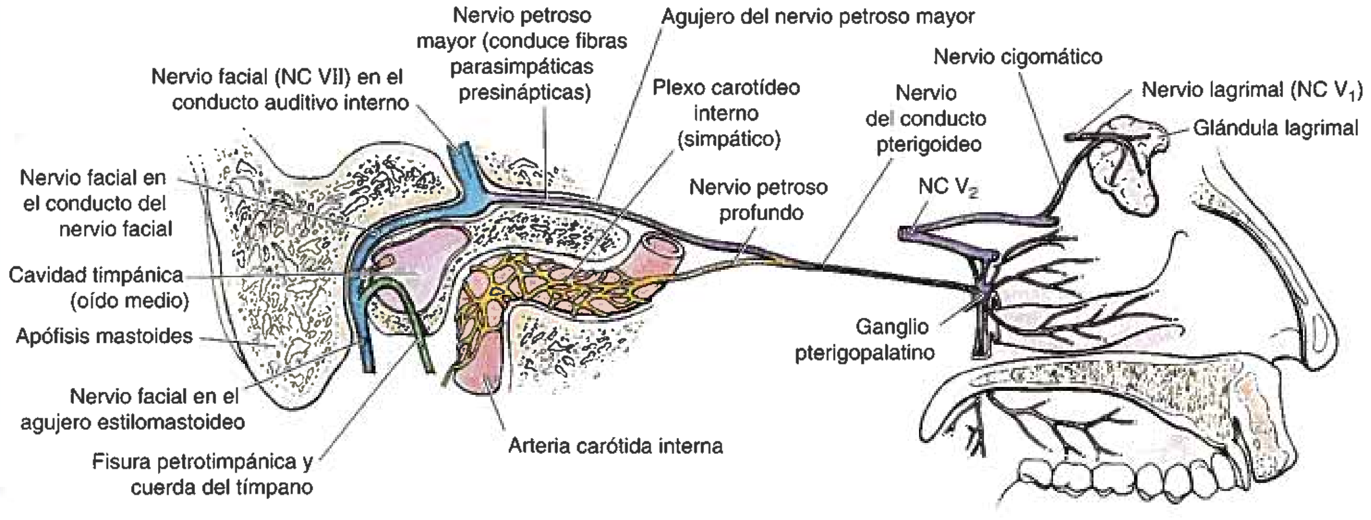

Nervio petroso mayor (conduce fibras parasimpáticas presinápticas)
Agujero del nervio petroso mayor
Nervio cigomático
Nervio facial (NC VII) en el conducto auditivo interno
Plexo carotídeo interno (simpático)
Nervio del conducto pterigoideo
Nervio lagrimal (NC V$_1$)
Glándula lagrimal
Nervio facial en el conducto del nervio facial
Nervio petroso profundo
NC V$_2$
Cavidad timpánica (oído medio)
Apófisis mastoides
Ganglio pterigopalatino
Nervio facial en el agujero estilomastoideo
Arteria carótida interna
Fisura petrotimpánica y cuerda del tímpano

FIGURA 7-48. Inervación de la glándula lagrimal. El nervio facial (NC VII), el nervio petroso mayor y el nervio del conducto pterigoideo proporcionan fibras parasimpáticas presinápticas al ganglio pterigopalatino. Aquí se producen las sinapsis entre fibras presinápticas y postsinápticas. Los nervios maxilar, infraorbitario, cigomático y lagrimal conducen las fibras postsinápticas a la glándula.

lares adoptan una disposición circular o esférica. El *globo ocular propiamente dicho* posee tres capas, aunque existe una capa adicional de tejido conectivo que rodea el globo ocular y lo mantiene dentro de la órbita (fig. 7-45A). Esta capa de tejido conectivo está compuesta posteriormente por la **vaina fascial del globo ocular** (fascia bulbar o cápsula de Tenon), que forma el cuenco real para el globo ocular, y anteriormente por la conjuntiva bulbar. La vaina fascial es la parte más importante del aparato suspensor. Una capa de tejido conectivo muy laxo, el **espacio epiescleral** (un espacio potencial), situada entre la vaina fascial y la capa más externa del globo ocular, facilita los movimientos oculares dentro de la vaina fascial.

Las tres capas del globo ocular son (fig. 7-49):

1. La *capa fibrosa* (externa), formada por la *esclera* y la *córnea.*
2. La *capa vascular* (media), formada por la *coroides*, el *cuerpo ciliar* y el *iris.*
3. La *capa interna*, formada por la *retina,* que posee las *porciones óptica y ciega.*

CAPA FIBROSA DEL GLOBO OCULAR

La **capa fibrosa del globo ocular** es su esqueleto fibroso externo, que le aporta forma y resistencia. La **esclera (esclerótica)** es la parte dura y opaca de la capa fibrosa del globo ocular; cubre posteriormente sus cinco sextas partes (figs. 7-49A y 7-50), y proporciona inserción a los músculos extrínsecos (extraoculares) e intrínsecos del globo ocular. La parte anterior de la esclera es visible a través de la conjuntiva bulbar transparente y constituye «el blanco del ojo» (fig. 7-46B). La **córnea** es la parte transparente de la capa fibrosa, que cubre anteriormente la sexta parte del globo ocular (figs. 7-49A y 7-50). La convexidad de la córnea es mayor que la de la esclera, por lo que sobresale del globo ocular cuando se contempla lateralmente.

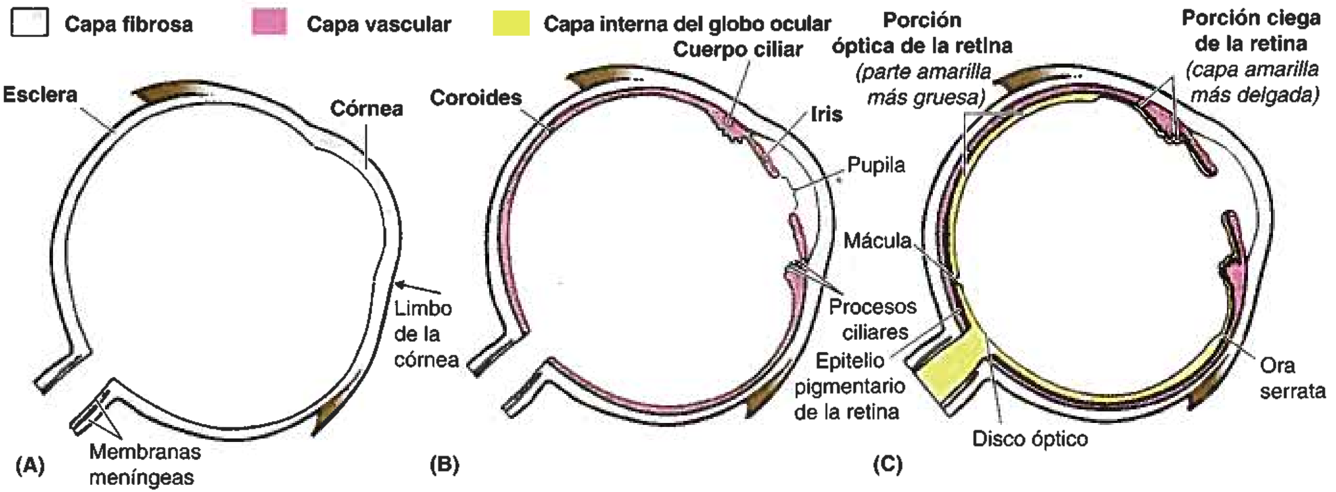
Las dos partes de la capa fibrosa difieren principalmente en cuanto a la regularidad con que se disponen las fibras de colágeno que las componen, así como en el grado de hidratacion de ambas. Mientras que la esclera es relativamente avascular, la córnea carece totalmente de vasos y se nutre a partir de lechos capilares en torno a su periferia y de los líquidos existentes sobre su superficie externa e interna (*líquido lagrimal* y *humor acuoso*, respectivamente). El líquido lagrimal también proporciona oxígeno, absorbido del aire.

La córnea es extremadamente sensible al tacto y su inervación proviene del nervio oftálmico (NC V_1). Incluso cuerpos extraños muy pequeños (p. ej., partículas de polvo) provocan parpadeo, lagrimeo y a veces dolor intenso. La desecación de la superficie corneal puede provocar la aparición de úlceras.

El **limbo de la córnea** es el ángulo formado por la intersección de las curvaturas de la córnea y la esclera en la **unión esclerocorneal.** Esta unión constituye un círculo gris translúcido, de 1 mm de ancho, que incluye numerosas asas capilares que actúan para nutrir la córnea, que es avascular.

CAPA VASCULAR DEL GLOBO OCULAR

La **capa vascular del globo ocular** (también denominada **úvea** o tracto uveal) se compone de coroides, cuerpo ciliar e iris (fig. 7-49B). La **coroides,** una capa de color marrón rojizo oscuro situada entre la esclera y la retina, es la parte de mayor tamaño de la capa vascular del globo ocular y tapiza la mayor parte de la esclera (fig. 7-50A). Dentro de su lecho vascular, denso y pigmentado, hay vasos más gruesos situados externamente (cerca de la esclera). Los vasos más finos (la **lámina coroidocapilar,** un extenso lecho capilar) son más internos, adyacentes a la capa avascular de la retina, sensible a la luz, a la cual aportan oxígeno y nutrientes. Ingurgitada de sangre en vida (posee el ritmo de perfusión más elevado, por gramo de tejido, de todos los lechos vasculares del organismo), esta capa es la causante de la reflexión de «ojos rojos» que se produce en las fotografías con flash. La coroides se une firmemente a la capa pigmentaria de la retina, pero puede desprenderse con facilidad de la esclera. La coroides se continúa anteriormente con el cuerpo ciliar.


☐ Capa fibrosa
Capa vascular
Capa interna del globo ocular
Esclera
Córnea
Limbo de la córnea
Membranas meníngeas
(A)
Coroides
Cuerpo ciliar
Iris
Pupila
Mácula
Procesos ciliares
Epitelio pigmentario de la retina
(B)
Porción óptica de la retina (parte amarilla más gruesa)
Porción ciega de la retina (capa amarilla más delgada)
Ora serrata
Disco óptico
(C)

Vista superior de una sección transversal del globo ocular derecho

FIGURA 7-49. Capas del globo ocular. Se han añadido por orden las tres capas. **A.** Capa fibrosa externa. **B.** Capa vascular media. **C.** Capa interna (retina).

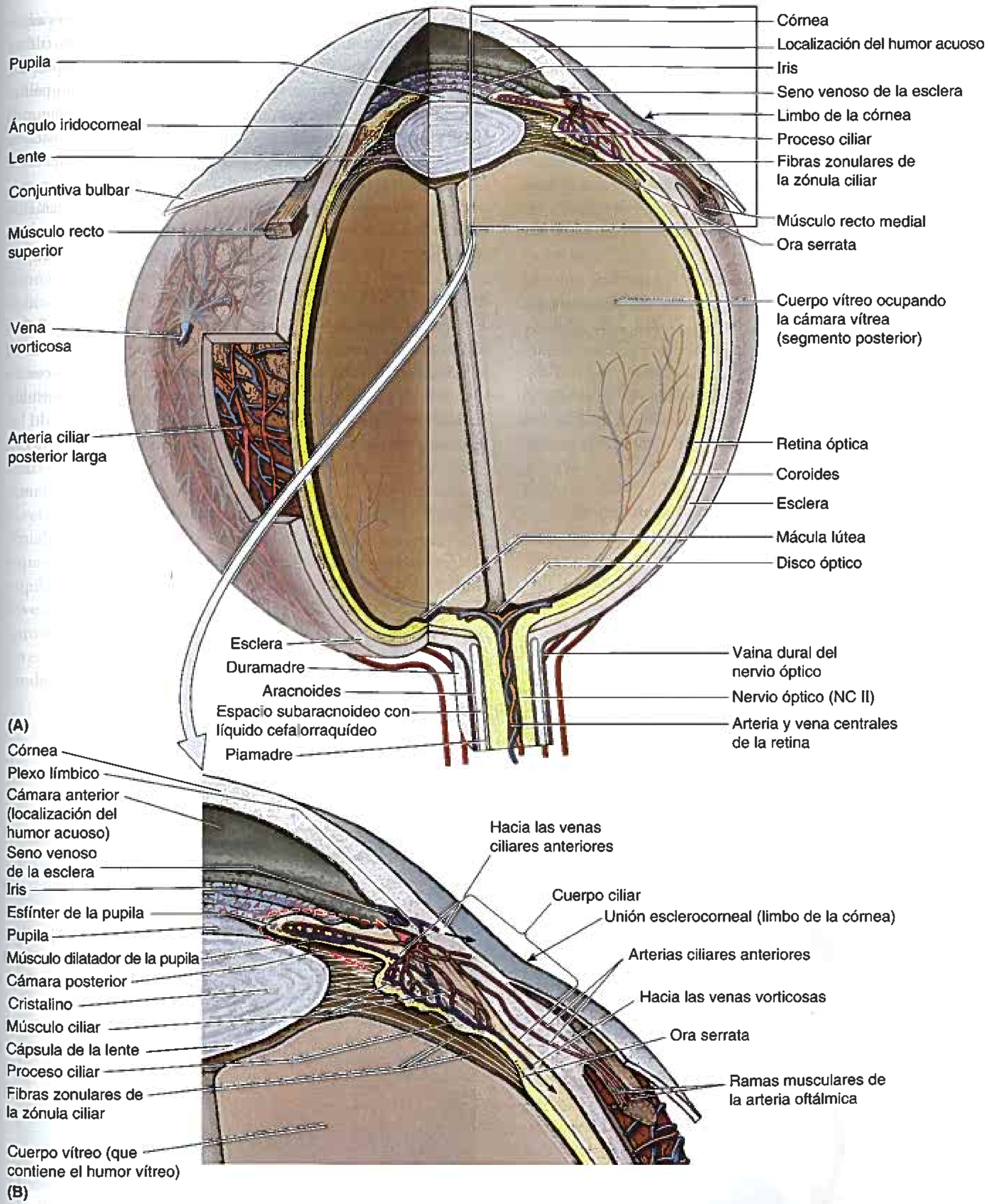

Pupila
Ángulo iridocorneal
Lente
Conjuntiva bulbar
Músculo recto superior
Vena vorticosa
Arteria ciliar posterior larga
Córnea
Localización del humor acuoso
Iris
Seno venoso de la esclera
Limbo de la córnea
Proceso ciliar
Fibras zonulares de la zónula ciliar
Músculo recto medial
Ora serrata
Cuerpo vítreo ocupando la cámara vítrea (segmento posterior)
Retina óptica
Coroides
Esclera
Mácula lútea
Disco óptico
Esclera
Duramadre
Aracnoides
Espacio subaracnoideo con líquido cefalorraquídeo
Piamadre
Vaina dural del nervio óptico
Nervio óptico (NC II)
Arteria y vena centrales de la retina
(A)
Córnea
Plexo límbico
Cámara anterior (localización del humor acuoso)
Seno venoso de la esclera
Iris
Esfínter de la pupila
Pupila
Músculo dilatador de la pupila
Cámara posterior
Cristalino
Músculo ciliar
Cápsula de la lente
Proceso ciliar
Fibras zonulares de la zónula ciliar
Cuerpo vítreo (que contiene el humor vítreo)
(B)
Hacia las venas ciliares anteriores
Cuerpo ciliar
Unión esclerocorneal (limbo de la córnea)
Arterias ciliares anteriores
Hacia las venas vorticosas
Ora serrata
Ramas musculares de la arteria oftálmica

FIGURA 7-50. Globo ocular con una cuarta parte extirpada. A. La cara interna de la porción óptica de la retina está irrigada por la arteria central de la retina, mientras que la cara externa, sensible a la luz, lo está por la lámina de capilares de la coroides (fig. 7-62). La arteria central discurre por dentro del nervio óptico y se divide en el disco óptico en ramas superior e inferior. Las ramas de la arteria central son arterias terminales que no se anastomosan entre sí ni con otros vasos. **B.** Detalles estructurales de la región ciliar. El cuerpo ciliar tiene componentes musculares y vasculares, al igual que el iris; este último presenta dos músculos: el esfínter de la pupila y el dilatador de la pupila. La sangre venosa de esta región y el humor acuoso de la cámara anterior drenan en el seno venoso de la esclera.

El **cuerpo ciliar** es un engrosamiento anular de la capa posterior a la unión esclerocorneal, y es tanto muscular como vascular (figs. 7-49B y 7-50). Conecta la coroides con la circunferencia del iris. El cuerpo ciliar proporciona inserción a la lente. La contracción y la relajación del músculo liso del cuerpo ciliar, dispuesto circularmente, controla el grosor de la lente y, por lo tanto, su enfoque. Los pliegues existentes en la superficie interna del cuerpo ciliar, los **procesos ciliares,** segregan el *humor acuoso* que llena la **cámara anterior del globo ocular,** el interior del globo ocular anterior a la lente, el ligamento suspensorio y el cuerpo ciliar (fig. 7-50B).

El **iris,** que descansa literalmente sobre la superficie anterior de la lente, es un delgado diafragma contráctil con una abertura central, la **pupila,** para transmitir la luz (figs. 7-49B, 7-50 y 7-51A). En estado de vigilia, el tamaño de la pupila varía continuamente para regular la cantidad de luz que penetra en el ojo (fig. 7-51B). Dos músculos involuntarios controlan el tamaño de la pupila: el **esfínter de la pupila,** dispuesto circularmente y estimulado parasimpáticamente, disminuye su diámetro (contrae la pupila, *miosis pupilar*), y el **dilatador de la pupila,** dispuesto radialmente y estimulado simpáticamente, aumenta su diámetro (dilata la pupila). La naturaleza de las respuestas pupilares es paradójica: las respuestas simpáticas generales suelen ocurrir inmediatamente, pero pueden transcurrir hasta 20 min para que la pupila se dilate en respuesta a una luz débil, como en un teatro oscuro. Las respuestas parasimpáticas son típicamente más lentas que las simpáticas, pero la constricción pupilar estimulada parasimpáticamente suele ser instantánea. Puede ocurrir una dilatación pupilar (*midriasis*) anormalmente prolongada en ciertas enfermedades, o bien por traumatismos o al consumir ciertas drogas.

CAPA INTERNA DEL GLOBO OCULAR

La capa interna del globo ocular es la **retina** (figs. 7-49C y 7-50), o capa nerviosa sensorial del globo ocular. *Grosso modo,* la retina se compone de dos porciones funcionales, con localizaciones distintas: la porción óptica y la porción ciega (retina no visual). La **porción óptica de la retina** es sensible a los rayos de luz visibles y posee dos capas: una nerviosa y otra pigmentaria. La

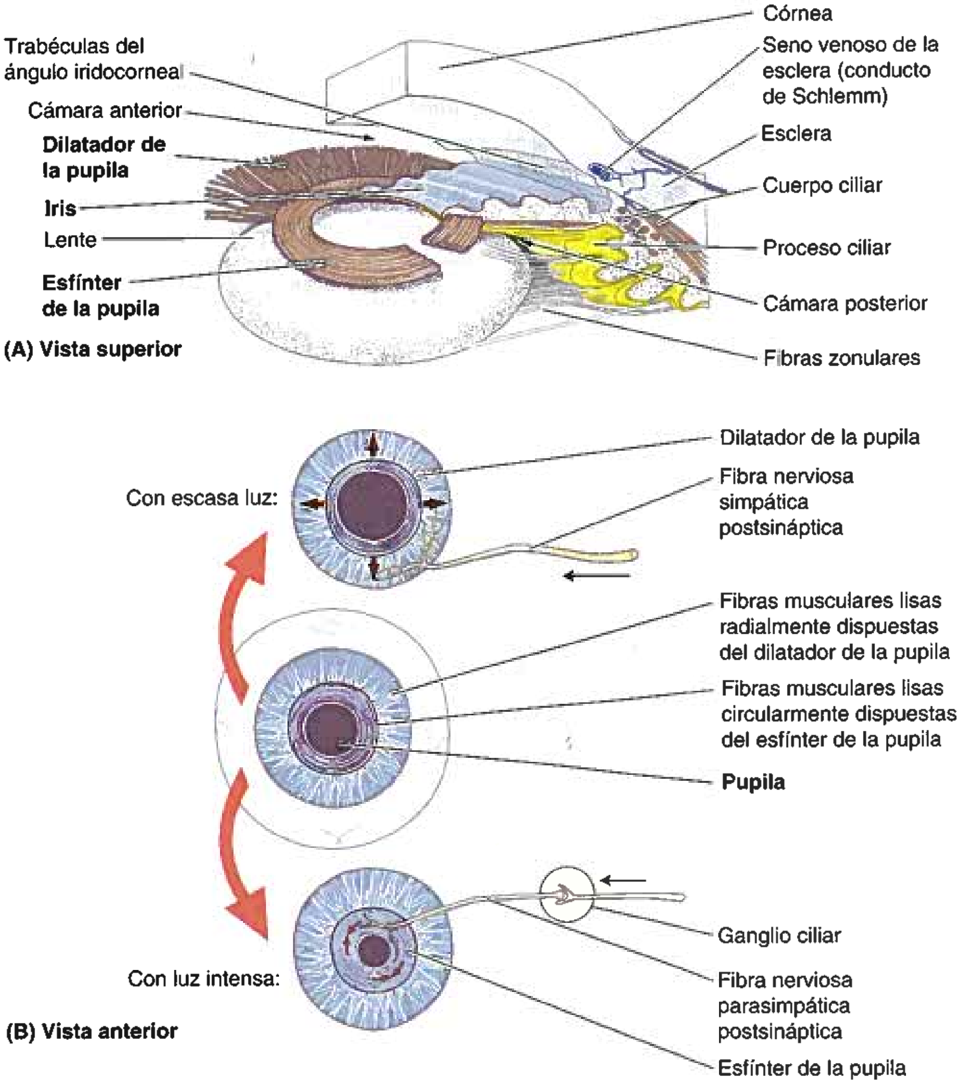

Trabéculas del ángulo iridocorneal
Cámara anterior
Dilatador de la pupila
Iris
Lente
Esfínter de la pupila
(A) Vista superior
Córnea
Seno venoso de la esclera (conducto de Schlemm)
Esclera
Cuerpo ciliar
Proceso ciliar
Cámara posterior
Fibras zonulares
Con escasa luz:
Con luz intensa:
(B) Vista anterior
Dilatador de la pupila
Fibra nerviosa simpática postsináptica
Fibras musculares lisas radialmente dispuestas del dilatador de la pupila
Fibras musculares lisas circularmente dispuestas del esfínter de la pupila
Pupila
Ganglio ciliar
Fibra nerviosa parasimpática postsináptica
Esfínter de la pupila

FIGURA 7-51. Estructura y función del iris. A. Disección *in situ.* El iris separa las cámaras anterior y posterior del segmento anterior del globo ocular al rodear la pupila. **B.** Dilatación y constricción de la pupila. Con escasa luz, las fibras simpáticas estimulan la dilatación de la pupila. Con luz intensa, las fibras parasimpáticas estimulan la constricción pupilar.

capa nerviosa es receptiva para la luz. La **capa pigmentaria** está compuesta por una capa única de células que refuerzan la propiedad de absorber la luz que posee la coroides, al reducir la dispersión de la luz en el globo ocular. La **porción ciega** es la continuación anterior de la capa pigmentaria y es una capa de células de soporte. La porción ciega se extiende sobre el cuerpo ciliar (**porción ciliar** de la retina) y la superficie posterior del iris (**porción iridiana** de la retina) hasta el borde pupilar.

Clínicamente, la cara interna de la parte posterior del globo ocular, cuando enfoca la luz que entra en él, se denomina **fondo de ojo.** La retina del fondo incluye un área circular particular denominada **disco del nervio óptico o disco óptico** (papila óptica), lugar donde penetran en el globo ocular las fibras sensitivas y los vasos vehiculados por el nervio óptico (NC II) (figs. 7-49C, 7-50A y 7-52). Como no contiene fotorreceptores, el disco óptico es insensible a la luz; por lo tanto, esta parte de la retina recibe habitualmente la denominación de *punto ciego.*

Inmediatamente lateral al disco óptico se halla la **mácula de la retina**, o mácula lútea. El color amarillo de la mácula sólo es aparente cuando se examina la retina con luz exenta del componente rojo. La mácula lútea es una pequeña área ovalada de la retina con conos fotorreceptores especializados en la agudeza visual. Normalmente no se observa con un *oftalmoscopio* (instrumento para observar el interior del globo ocular a través de la pupila). En el centro de la mácula lútea existe una depresión, la **fóvea central,** el área de mayor agudeza visual. La fóvea tiene aproximadamente 1,5 mm de diámetro; su centro, la **fovéola,** carece de la red capilar que se aprecia en otros lugares en la profundidad de la retina.

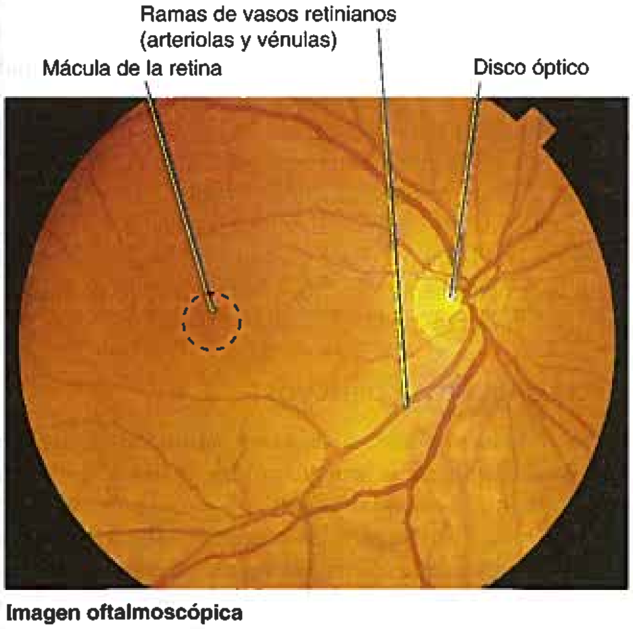


FIGURA 7-52. Fondo del ojo derecho. Desde el centro del disco óptico, de forma oval, irradian vénulas (más anchas) y arteriolas (más estrechas) retinianas. El área oscura lateral al disco óptico es la mácula. Hacia esta zona se extienden ramas de los vasos retinianos, aunque no alcanzan su centro, la fóvea, que es el área de visión más aguda.

La porción óptica de la retina finaliza anteriormente a lo largo de la **ora serrata,** o borde posterior irregular del cuerpo ciliar (figs. 7-49C y 7-50A). A excepción de los conos y bastones de la capa nerviosa, la retina recibe irrigación de la **arteria central de la retina,** rama de la arteria oftálmica. Los conos y bastones de la capa nerviosa externa reciben nutrientes desde la *lámina coroidocapilar* (comentada en «Vascularización de la órbita», p. 905), donde se encuentran los vasos más finos de la cara interna de la coroides, contra la que se aplica la retina. Un sistema correspondiente de venas retinianas se une para formar la **vena central de la retina.**

MEDIOS DE REFRACCIÓN Y COMPARTIMIENTOS DEL GLOBO OCULAR

En su paso hacia la retina, las ondas luminosas atraviesan los medios de refracción del globo ocular: córnea, humor acuoso, lente y humor vítreo (fig. 7-50A). La *córnea* es el medio de refracción primario del globo ocular; es decir, desvía la luz en grado máximo y la enfoca como una imagen invertida sobre la retina fotosensible del *fondo óptico.*

El **humor acuoso** (término que clínicamente a menudo se abrevia como «acuoso») ocupa el *segmento anterior del globo ocular* (figs. 7-50B y 7-51A). El segmento anterior está subdividido por el iris y la pupila. La **cámara anterior del ojo** es el espacio entre la córnea anteriormente y el iris/pupila posteriormente. La **cámara posterior del ojo** se halla entre el iris/pupila anteriormente y la lente y el cuerpo ciliar posteriormente. El humor acuoso se elabora en la cámara posterior, en los *procesos ciliares* del cuerpo ciliar. Esta solución, acuosa y transparente, proporciona nutrientes a la córnea y a la lente, que son avasculares. Después de atravesar la pupila hacia el interior de la cámara anterior, el humor acuoso drena, a través de una red trabecular situada en el **ángulo iridocorneal,** en el **seno venoso de la esclera** (fig. 7-51A). El humor acuoso se extrae en el **plexo límbico,** una red de venas esclerales próximas al limbo de la córnea que drenan a su vez en tributarias de las *venas vorticosas* y de las *venas ciliares anteriores* (fig. 7-50B). La presión intraocular refleja el equilibrio entre la producción y la salida del humor acuoso.

La **lente (cristalino)** es posterior al iris y anterior al humor vítreo del cuerpo vítreo (figs. 7-50 y 7-51A). Es una estructura transparente y biconvexa que se halla encerrada en una cápsula. La **cápsula de la lente,** muy elástica, está anclada a los procesos ciliares circundantes por las **fibras zonulares** (que constituyen colectivamente la **zónula ciliar [ligamento suspensorio de la lente]**). Aunque la mayor parte de la refracción se produce en la córnea, la lente cambia constantemente su convexidad, sobre todo en su cara anterior, para afinar el enfoque sobre la retina de los objetos cercanos o distantes (fig. 7-53). La lente aislada, desprovista de sus fijaciones, asume una forma casi esférica; es decir, en ausencia de inserciones y tracciones externas, se hace casi redondo. El **músculo ciliar** del cuerpo ciliar modifica la forma de la lente. En ausencia de estímulos nerviosos, aumenta el diámetro del anillo muscular relajado. La lente, suspendida en el anillo, se halla a tensión, pues su periferia queda sometida a

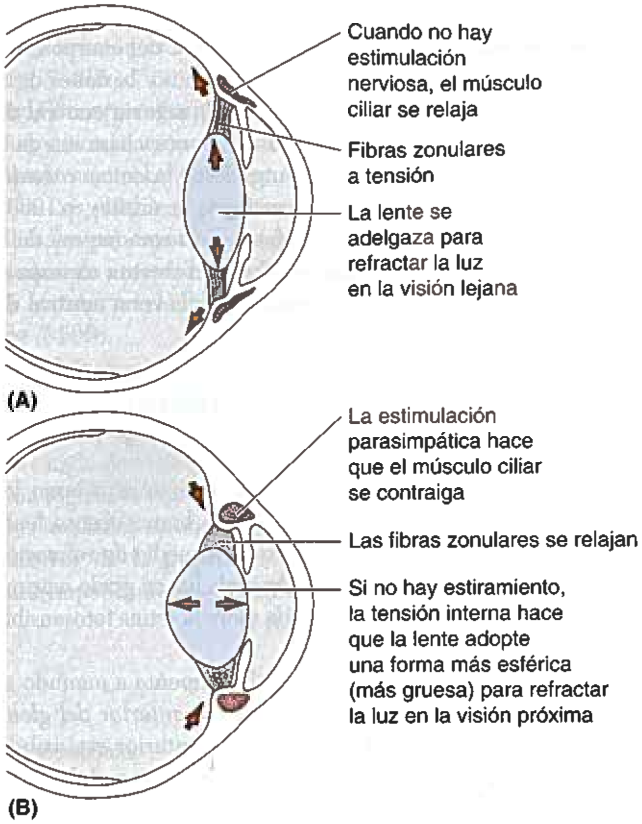

Cuando no hay estimulación nerviosa, el músculo ciliar se relaja
Fibras zonulares a tensión
La lente se adelgaza para refractar la luz en la visión lejana
(A)
La estimulación parasimpática hace que el músculo ciliar se contraiga
Las fibras zonulares se relajan
Si no hay estiramiento, la tensión interna hace que la lente adopte una forma más esférica (más gruesa) para refractar la luz en la visión próxima
(B)

FIGURA 7-53. **Cambios de forma del cristalino (acomodación). A.** Visión lejana. **B.** Visión próxima.

estiramientos que la adelgazan (la hacen menos convexa). Esta menor convexidad sirve para enfocar los objetos más distantes (visión lejana). La estimulación parasimpática por vía del nervio oculomotor (NC III) provoca una contracción esfinteriana del músculo ciliar. El anillo se estrecha y disminuye la tensión sobre la lente. La lente relajada aumenta de grosor (se hace más convexa), lo que sirve para enfocar los objetos cercanos (visión próxima). El proceso activo de modificar la forma de la lente para la visión próxima se denomina **acomodación.** El grosor de la lente aumenta con la edad, de modo que la capacidad de acomodarse disminuye típicamente después de los 40 años.

El **humor vítreo** es un líquido acuoso englobado en la trama del **cuerpo vítreo,** una sustancia transparente gelatinosa situada en las cuatro quintas partes posteriores del globo ocular, posteriormente a la lente (**segmento posterior del globo ocular,** también denominado *cámara postrema* o *vítrea*) (fig. 7-50A). Además de transmitir la luz, el humor vítreo mantiene la retina en su lugar y soporta la lente.

Músculos extrínsecos del globo ocular

Los **músculos extrínsecos del globo ocular** son el *elevador del párpado superior,* cuatro rectos (*superior, inferior, medial* y *lateral*) y dos *oblicuos* (*superior* e *inferior*). Estos siete músculos actúan conjuntamente para mover el párpado superior y el globo ocular. Se ilustran en las figuras 7-54 y 7-55, y las inserciones, inervación y acciones principales de los músculos orbitarios, a partir de su posición primaria, se exponen en la tabla 7-8. En las secciones siguientes se aportan detalles adicionales.

ELEVADOR DEL PÁRPADO SUPERIOR

El **elevador del párpado superior** se ensancha para constituir una amplia aponeurosis bilaminar al aproximarse a sus inserciones distales. La lámina superficial se une a la piel del párpado superior, y la lámina profunda al tarso superior (fig. 7-54B). Este músculo se opone la mayor parte del tiempo a la gravedad y es el antagonista de la mitad superior del músculo orbicular del ojo, el esfínter de la hendidura palpebral. La lámina profunda de la parte distal (palpebral) del músculo incluye fibras musculares lisas, el **músculo tarsal superior,** que amplían adicionalmente la hendidura palpebral, en especial durante una respuesta simpática (p. ej., al miedo). Sin embargo, parece ser que funcionan continuamente (en ausencia de respuesta simpática), porque al interrumpirse la inervación simpática se produce una *ptosis* constante (caída del párpado superior).

MOVIMIENTOS DEL GLOBO OCULAR

Los movimientos del globo ocular se producen por rotación en torno a tres *ejes —vertical, transverso* y *anteroposterior* (fig. 7-54A)— y se describen según la dirección del movimiento de la pupila desde la posición primaria, o del polo superior del globo ocular desde la posición neutra. La rotación del globo ocular en torno al eje vertical desplaza la pupila medialmente (hacia la línea media, **aducción**) o lateralmente (alejándose de la línea media, **abducción**). La rotación en torno al eje transversal mueve la pupila superiormente (**elevación**) o inferiormente (**descenso**). Los movimientos alrededor del eje anteroposterior, que corresponde al eje de la mirada en la posición primaria, desplazan el polo superior del globo ocular medialmente, (**rotación medial,** o intorsión) o lateralmente (**rotación lateral,** o extorsión). Estos movimientos de rotación acomodan los cambios producidos al ladear la cabeza. La ausencia de estos movimientos, por lesiones nerviosas, contribuye a la visión doble. Pueden producirse movimientos en torno a los tres ejes simultáneamente, lo que obliga a emplear tres términos para describir la dirección del movimiento a partir de la posición primaria (p. ej., la pupila se eleva, se aduce y rota medialmente).

MÚSCULOS RECTOS Y OBLICUOS

Los cuatro **músculos rectos** discurren anteriormente al globo ocular; se originan en un manguito fibroso, el **anillo tendinoso común,** que rodea el conducto óptico y parte de la fisura orbitaria superior en el vértice de la órbita (figs. 7-54B y C, y 7-55A). Las estructuras que penetran en la órbita a través de este conducto y la parte adyacente de la fisura se sitúan inicialmente en el cono de los músculos rectos (figs. 7-54B y C, y 7-55B). Los cuatro músculos rectos reciben sus denominaciones según su posición respecto al globo ocular. Debido a que discurren sobre todo anteriormente para insertarse en las caras superior, inferior, medial y lateral del globo ocular, anteriormente a su ecuador, las acciones primarias de los cuatro rectos para producir elevación, descenso, aducción y abducción pueden deducirse intuitivamente.

Diversos factores dificultan la comprensión de las acciones de los músculos oblicuos y de las acciones secundarias de los músculos rectos superior e inferior. El *vértice de la órbita* está situado medialmente a ella, de modo que el *eje de la órbita* no coincide con el *eje óptico* (figs. 7-44A y 7-54C). Así pues, *cuando el ojo se halla en la posición primaria*, el recto superior y el recto inferior también abordan el globo ocular desde su lado medial, y su línea de tracción pasa medialmente al eje vertical. Ello otorga a ambos músculos una segunda acción, la *aducción*. El recto superior y el recto inferior también se extienden lateralmente y pasan superior e inferiormente al eje anteroposterior, respectivamente, lo que confiere al recto superior la acción secundaria de *rotación medial*, y al recto inferior la acción secundaria de *rotación lateral*.

Si la mirada se dirige primero lateralmente (abducida por el recto lateral), de modo que la línea visual coincida con el plano del recto inferior y el recto superior, *el recto superior produce sólo elevación* (y es el único causante de este movimiento) (fig. 7-56A), y *el recto inferior produce sólo descenso* (y de igual modo es el único causante) (fig. 7-56B). En la exploración física, el médico indica al paciente que siga el dedo lateralmente (con lo que comprueba el recto lateral y el nervio abducens [NC VI]), y luego superior e inferiormente para aislar y comprobar la función de los rectos superior e inferior y la integridad del nervio oculomotor (NC III) que los inerva (fig. 7-56E).

El oblicuo inferior es el único músculo que se origina en la parte anterior de la órbita (inmediatamente lateral a la fosa lagrimal) (fig. 7-47B). El oblicuo superior se origina en la zona del vértice, al igual que los músculos rectos (pero superomedialmente al anillo tendinoso común) (fig. 7-55A); sin embargo, su tendón atraviesa la *tróclea* inmediatamente por dentro del borde superomedial de la órbita, lo que reorienta su línea de tracción (figs. 7-54B y C, y 7-55B). Así pues, los tendones de inserción de los músculos oblicuos están situados en el mismo plano vertical oblicuo. Al contemplar dichos tendones anteriormente (fig. 7-47B) o superiormente (fig. 7-54C), con el globo ocular en la posición primaria, puede observarse que los tendones de los músculos oblicuos discurren sobre todo lateralmente para insertarse en la mitad lateral del globo ocular, posteriormente a su ecuador. Debido a que transcurren inferior y superiormente al eje anteroposterior al pasar lateralmente, el oblicuo inferior es el principal rotador lateral, y el oblicuo superior es el principal rotador medial del ojo. Sin embargo, en la posición primaria, los oblicuos también discurren posteriormente a través del eje transverso (fig. 7-54B) y posteriormente al eje vertical (fig. 7-54C), lo que otorga al oblicuo superior una función secundaria de descenso, al oblicuo inferior una función secundaria de elevación, y a ambos una función secundaria de abducción (fig. 7-54B y C).

Si la mirada se dirige primero medialmente (aducida por el recto medial) de modo que la línea visual coincida con el plano de los tendones de inserción de los oblicuos superior e inferior, el oblicuo superior produce sólo descenso (y es el único causante de este movimiento) (fig. 7-56C) y el oblicuo inferior produce sólo elevación (y de igual modo es el único causante) (fig. 7-56D). En la exploración física, el médico indica al paciente que siga el dedo medialmente (con lo que comprueba el recto medial y el nervio oculomotor), y luego inferior y superiormente para aislar y comprobar la función del oblicuo superior y el recto inferior, y la integridad del nervio troclear (NC IV), que inerva el oblicuo superior, y de la división inferior del NC III, que inerva el oblicuo inferior (fig. 7-56E). En la práctica:

- La acción principal del oblicuo superior es el descenso de la pupila en la posición aducida (p. ej., al mirar hacia la parte baja de la página cuando la mirada de ambos ojos se dirige medialmente *[convergencia]* para la lectura).
- La acción principal del oblicuo inferior es la elevación de la pupila en la posición aducida (p. ej., al mirar hacia la parte alta de la página durante la **convergencia** para la lectura).

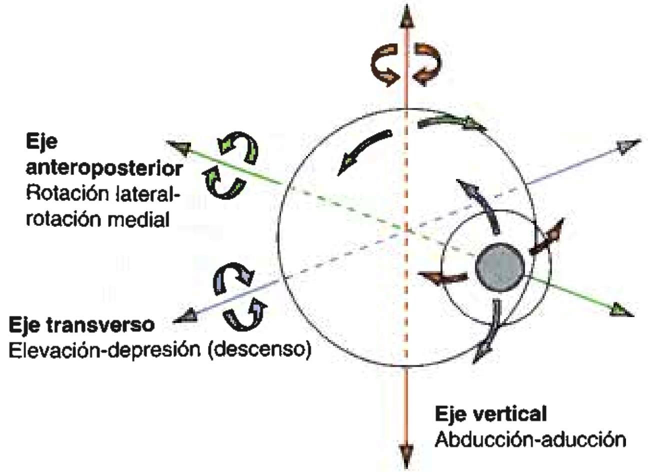
Aunque las acciones producidas por los músculos extrínsecos del globo ocular se han considerado por separado, todos los movimientos requieren la acción de varios músculos del mismo ojo, que se ayudan entre sí como sinérgicos o se oponen como antagonistas. Los músculos sinérgicos para una acción determinada pueden ser antagonistas para otra diferente. Por ejemplo, no existe ningún músculo que por sí solo pueda elevar la pupila directamente desde la posición primaria (fig. 7-54D). Los dos elevadores (recto superior y oblicuo inferior) actúan sinérgicamente para realizar esa acción. Sin embargo, estos dos músculos son antagonistas como rotadores y se neutralizan entre sí, de modo que no se produce ninguna rotación cuando actúan conjuntamente para elevar la pupila. De modo similar, ningún músculo puede descender la pupila directamente por sí solo desde la posición primaria. Los dos depresores, oblicuo superior y recto inferior, producen depresión cuando actúan solos, y también dan lugar a acciones opuestas de aducción-abducción y rotación medial-lateral. Sin embargo, cuando el oblicuo superior y el recto inferior actúan simultáneamente, sus acciones sinérgicas descienden la pupila, debido a que sus acciones antagonistas se neutralizan entre sí; por lo tanto, se produce un descenso puro.

Para dirigir la mirada debe lograrse la coordinación de ambos ojos mediante la acción doble de los *músculos «conjugados»* contralaterales. Por ejemplo, al mirar a la derecha, el recto lateral derecho y el recto medial izquierdo actúan como músculos uncidos.

APARATO DE SOPORTE DEL GLOBO OCULAR

La *vaina fascial del globo ocular* lo envuelve, se extiende posteriormente desde los fórnix conjuntivales hasta el nervio óptico y forma un verdadero cuenco para el globo ocular (fig. 7-45A). La vaina fascial, en forma de copa, está perforada por los tendones de los músculos extrínsecos del globo ocular y se refleja sobre cada uno de ellos a modo de *vaina muscular* tubular. Las vainas musculares del elevador del párpado superior y el recto superior están fusionadas; así pues, cuando se mira hacia arriba, el párpado superior se eleva más y se aparta de la línea visual.

Los **ligamentos de contención** medial y lateral son unas expansiones triangulares de las vainas de los músculos rectos medial y lateral, que se unen a los huesos lagrimal y cigomático, respectivamente. Estos ligamentos limitan la abducción y


Eje anteroposterior
Rotación lateral-rotación medial
Eje transverso
Elevación-depresión (descenso)
Eje vertical
Abducción-aducción

(A) Ejes sobre los que se producen los movimientos del globo ocular. Los colores que aparecen en (A) NO están relacionados con los de B-D ni con los de la tabla 7-8.

(B) Vista lateral

Elevadores-depresores (descenso) (rotación alrededor del eje transverso)

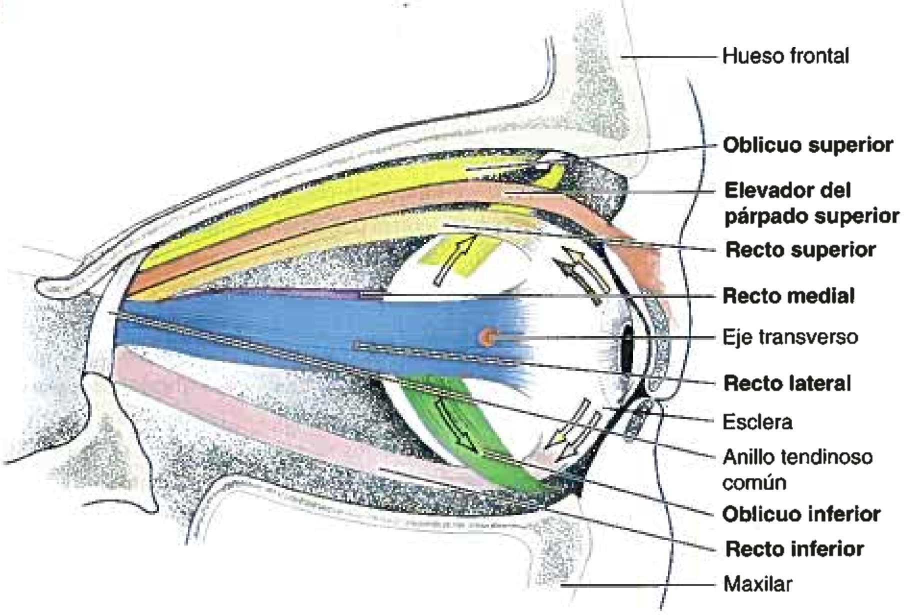
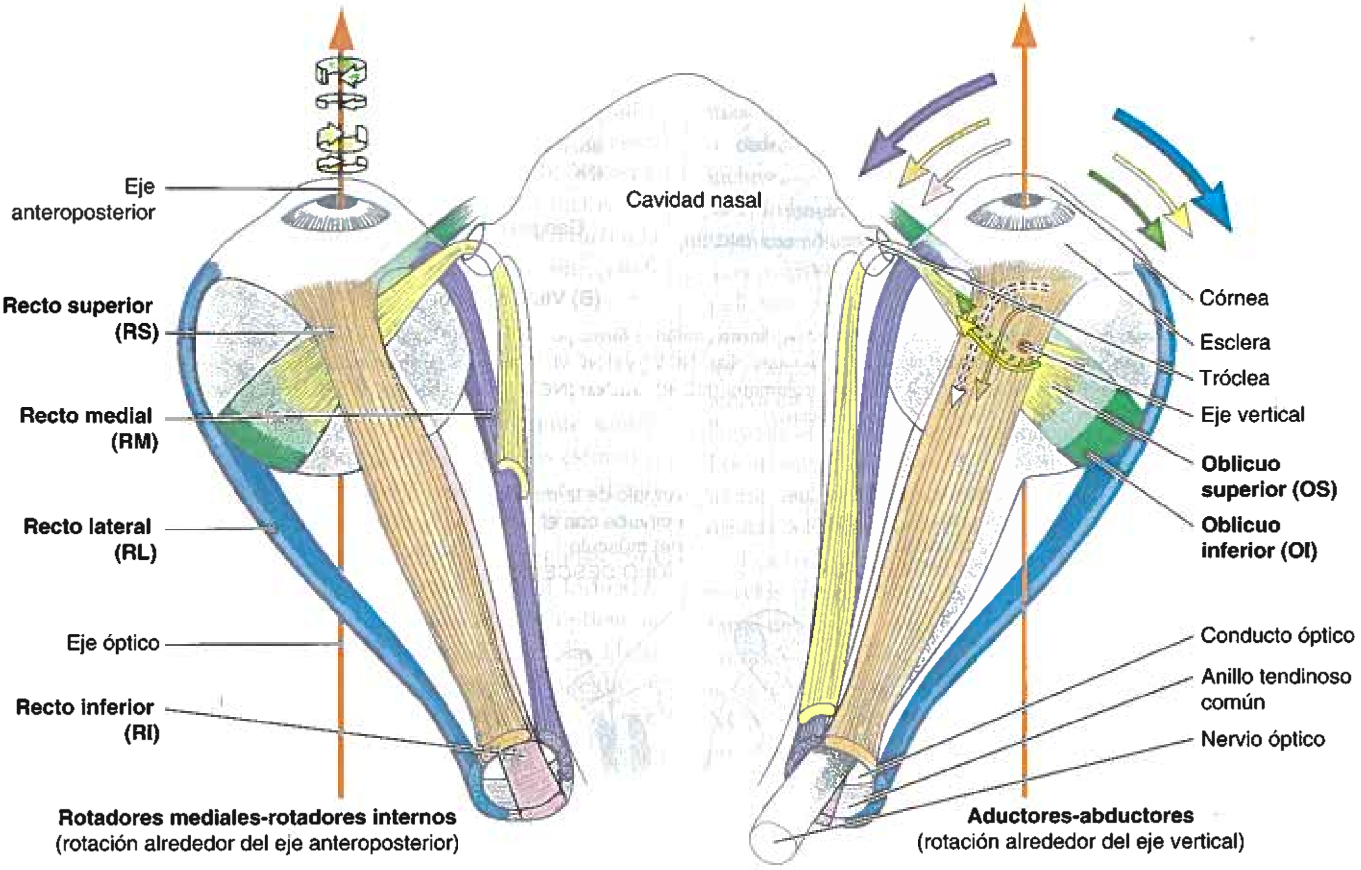

Hueso frontal
Oblicuo superior
Elevador del párpado superior
Recto superior
Recto medial
Eje transverso
Recto lateral
Esclera
Anillo tendinoso común
Oblicuo inferior
Recto inferior
Maxilar

FIGURA 7-54. **Músculos extrínsecos del globo ocular y sus movimientos. A.** Ejes alrededor de los cuales se producen los movimientos del globo ocular. **B.** Posición de los músculos en la órbita derecha. *Flechas*, movimientos del globo ocular alrededor del eje transverso *(continúa)*.

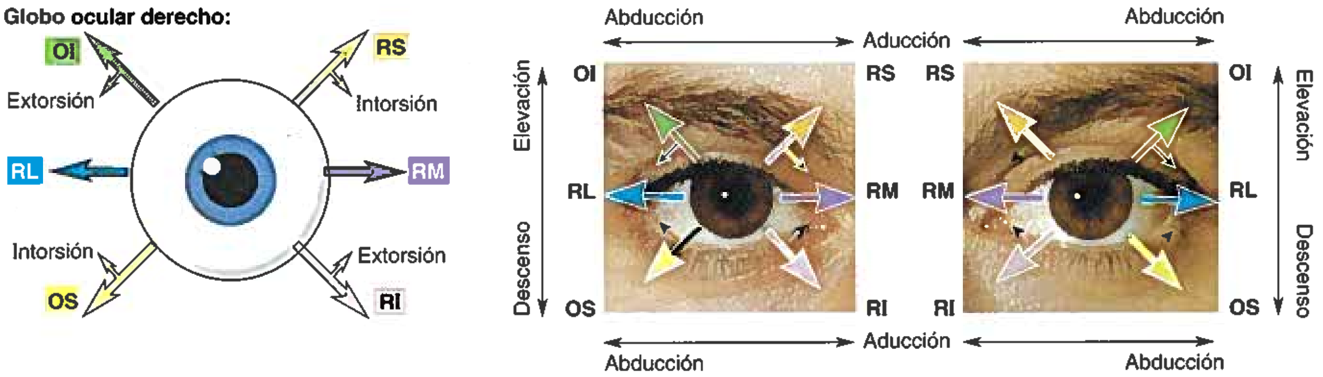
TABLA 7-8. MÚSCULOS EXTRÍNSECOS DEL GLOBO OCULAR

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción principal[a]
Elevador del párpado superior	Ala menor del esfenoides, superior y anterior al conducto óptico	Tarso superior y piel del párpado superior	Nervio oculomotor (NC III); la capa profunda (músculo tarsal superior) está inervada por fibras simpáticas	Eleva el párpado superior
Oblicuo superior	Cuerpo del esfenoides	El tendón pasa a través del anillo o tróclea fibrosa, cambia de dirección y se inserta en la esclera, profundo al músculo recto superior	Nervio troclear (NC IV)	Abduce, desciende y rota medialmente el globo ocular
Oblicuo inferior	Porción anterior del suelo de la órbita	Esclera profunda al músculo recto lateral	Nervio oculomotor (NC III)	Abduce, eleva y rota lateralmente el globo ocular
Recto superior	Anillo tendinoso común	Esclera, justo posterior a la unión esclerocorneal		Eleva, aduce y rota medialmente el globo ocular
Recto inferior				Desciende, aduce y rota lateralmente el globo ocular
Recto medial				Aduce el globo ocular
Recto lateral			Nervio abducens (NC VI)	Abduce el globo ocular

[a] Las acciones descritas son para la actuación de los músculos en solitario, empezando desde la posición primaria (mirada dirigida hacia delante). De hecho, los músculos casi nunca actúan de forma independiente, y casi siempre lo hacen juntos, en grupos sinérgicos y antagónicos. En las pruebas clínicas se realizan maniobras para aislar las acciones de los músculos. Sólo se comprueban las acciones de los músculos rectos medial y lateral, a partir de la posición primaria (fig. 7-56E).

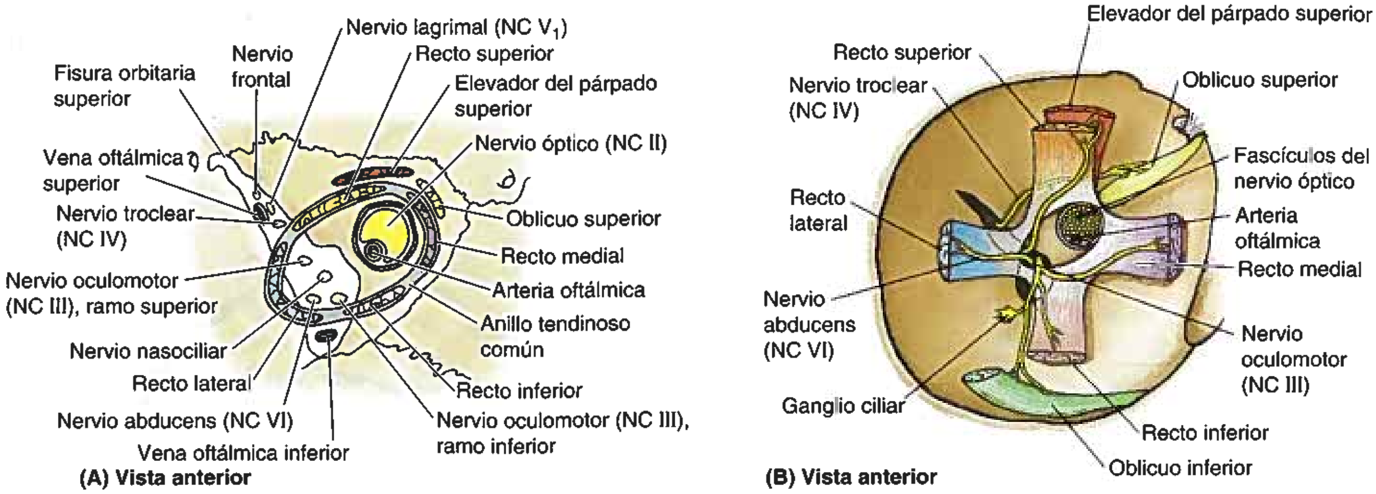

Eje anteroposterior
Recto superior (RS)
Recto medial (RM)
Recto lateral (RL)
Eje óptico
Recto inferior (RI)
Cavidad nasal
Córnea
Esclera
Tróclea
Eje vertical
Oblicuo superior (OS)
Oblicuo inferior (OI)
Conducto óptico
Anillo tendinoso común
Nervio óptico
Rotadores mediales-rotadores internos (rotación alrededor del eje anteroposterior)
Aductores-abductores (rotación alrededor del eje vertical)

(C) Vista superior


Globo ocular derecho:
OI
RS
Extorsión
Intorsión
RL
RM
Intorsión
Extorsión
OS
RI
Abducción
Aducción
Abducción
Elevación
Descenso
OI
RS
RS
OI
RL
RM
RM
RL
OS
RI
RI
OS
Elevación
Descenso
Abducción
Aducción
Abducción

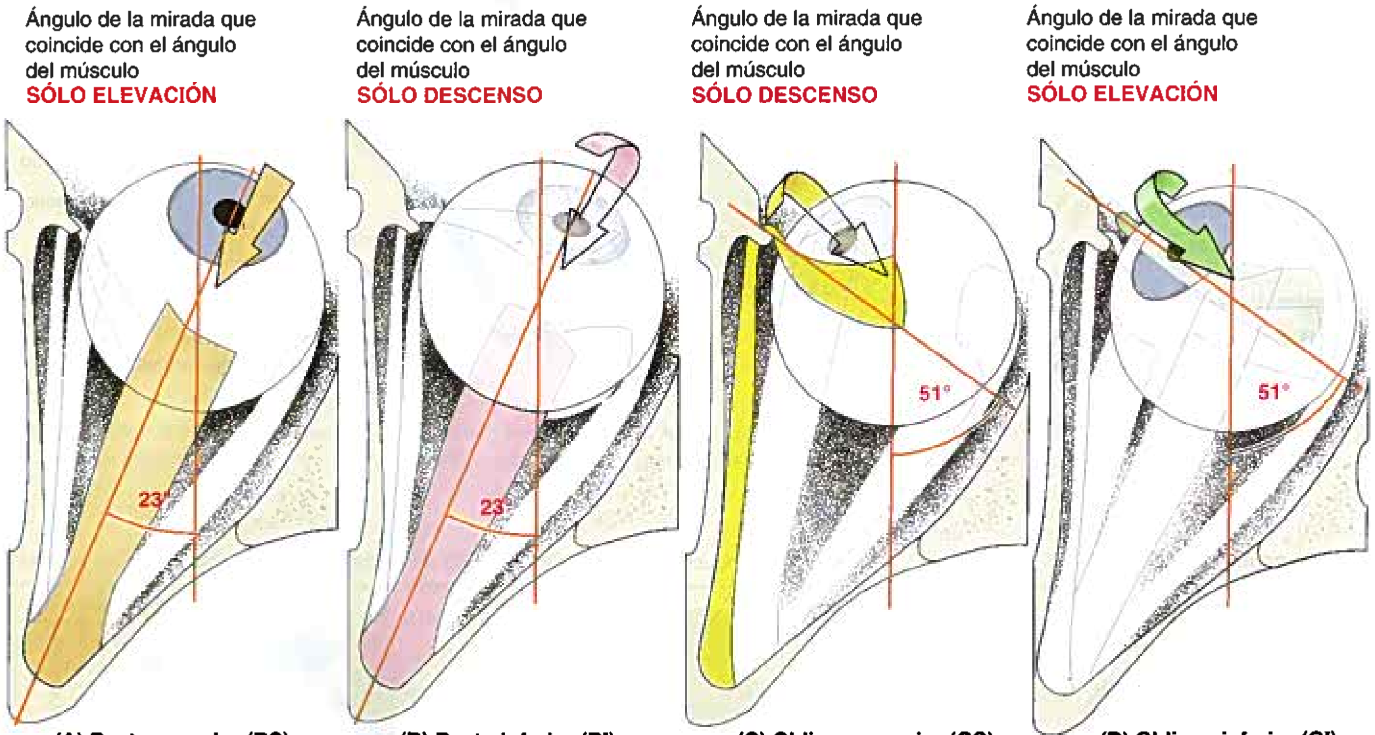
(D)

FIGURA 7-54. *(Continuación)* C. Posición de los músculos en las órbitas derecha e izquierda. *Flechas a la izquierda,* movimientos del globo ocular alrededor del eje anteroposterior; *flechas a la derecha,* movimientos del globo ocular alrededor del eje vertical. Para entender las acciones producidas por los músculos empezando desde la posición primaria, es necesario observar la colocación y la línea de tracción del músculo con respecto a los ejes sobre los que se produce el movimiento. D. Demostración unilateral y bilateral de las acciones de los músculos extrínsecos, empezando desde la posición primaria. En los movimientos de cualquiera de las seis direcciones cardinales *(flechas grandes),* el músculo indicado es el principal motor. Los movimientos en las direcciones situadas entre las flechas grandes necesitan la acción sinérgica de los músculos adyacentes. Por ejemplo, la elevación directa necesita las acciones sinérgicas del oblicuo inferior y el recto superior; el descenso directo necesita la acción sinérgica del oblicuo superior y el recto inferior. *Flechas pequeñas,* músculos que producen movimientos de rotación alrededor del eje anteroposterior. Para dirigir la mirada se necesita la acción coordinada de músculos contralaterales emparejados. Por ejemplo, para dirigir la mirada a la derecha, se emparejan los músculos recto lateral derecho y recto medial izquierdo.

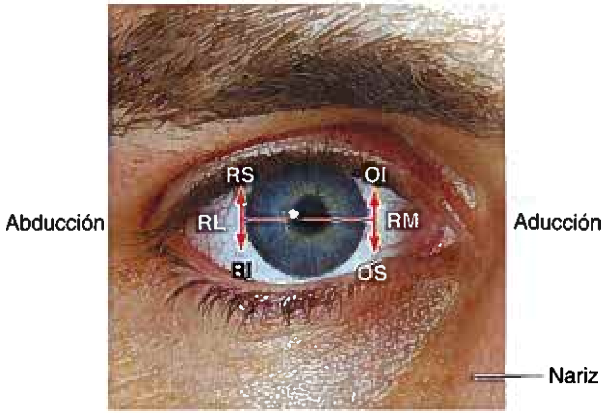

Nervio lagrimal (NC V_1)
Nervio frontal
Fisura orbitaria superior
Recto superior
Elevador del párpado superior
Vena oftálmica superior
Nervio óptico (NC II)
Nervio troclear (NC IV)
Oblicuo superior
Recto medial
Nervio oculomotor (NC III), ramo superior
Arteria oftálmica
Anillo tendinoso común
Nervio nasociliar
Recto lateral
Recto inferior
Nervio abducens (NC VI)
Nervio oculomotor (NC III), ramo inferior
Vena oftálmica inferior
Elevador del párpado superior
Recto superior
Nervio troclear (NC IV)
Oblicuo superior
Fascículos del nervio óptico
Recto lateral
Arteria oftálmica
Recto medial
Nervio abducens (NC VI)
Nervio oculomotor (NC III)
Ganglio ciliar
Recto inferior
Oblicuo inferior

(A) Vista anterior **(B) Vista anterior**

FIGURA 7-55. **Relaciones en el vértice de la órbita. A.** El anillo tendinoso común se forma por el origen de los cuatro músculos rectos y envuelve la vaina óptica del NC II, las divisiones superior e inferior del NC III, el nervio nasociliar (NC V_1) y el NC VI. Los nervios que inervan los músculos extrínsecos del globo ocular entran en la órbita a través de la fisura orbitaria superior: oculomotor (NC III), troclear (NC IV) y abducens (NC VI). **B.** Estructuras (menos la fascia membranosa y el tejido adiposo) tras la enucleación del globo ocular.


Ángulo de la mirada que coincide con el ángulo del músculo
SÓLO ELEVACIÓN
Ángulo de la mirada que coincide con el ángulo del músculo
SÓLO DESCENSO
Ángulo de la mirada que coincide con el ángulo del músculo
SÓLO DESCENSO
Ángulo de la mirada que coincide con el ángulo del músculo
SÓLO ELEVACIÓN
23°
23°
51°
51°

(A) Recto superior (RS) **(B) Recto inferior (RI)** **(C) Oblicuo superior (OS)** **(D) Oblicuo inferior (OI)**


RS
OI
Abducción
RL
RM
Aducción
RI
OS
Nariz

(E) Comprobación clínica de las acciones de los músculos extrínsecos del globo ocular (ojo derecho)

FIGURA 7-56. **Pruebas clínicas de los músculos extrínsecos del globo ocular.** **A** y **B.** Cuando el recto medial (RM) abduce el ojo, sólo los músculos rectos pueden producir elevación y depresión. **C** y **D.** Cuando el recto lateral (RL) aduce el ojo, sólo los músculos oblicuos pueden producir elevación y depresión. **E.** Siguiendo los movimientos del dedo del examinador, la pupila se desplaza según un patrón en H ampliada, para aislar y comprobar los músculos extrínsecos individuales y la integridad de sus nervios.

la aducción. Al mezclarse los ligamentos de contención con la fascia de los músculos recto y oblicuo inferiores se forma una banda de suspensión, semejante a una hamaca: el **ligamento suspensorio del globo ocular.** Un ligamento de contención similar procedente de la vaina fascial del recto inferior retrae el párpado inferior al dirigir la mirada hacia abajo. En conjunto, los ligamentos de contención actúan con los músculos oblicuos y la **grasa retrobulbar** para resistir frente a la tracción posterior sobre el globo ocular producida por los músculos rectos. En procesos patológicos o situaciones de caquexia que reducen la grasa retrobulbar, el globo ocular se retrae en la órbita (*enoftalmos*).

Inervación de la órbita

Los grandes **nervios ópticos** son nervios puramente sensoriales que transmiten los impulsos generados por los estímulos ópticos (figs. 7-45A y 7-57). Convencionalmente se consideran como nervios craneales (NC II), aunque se desarrollan como dos extensiones anteriores del prosencéfalo; en realidad, son tractos de fibras del sistema nervioso central (SNC) formados a partir de neuronas de segundo orden. Los nervios ópticos se inician en la **lámina cribosa de la esclera,** donde las fibras nerviosas amielínicas perforan la esclera, y luego se mielinizan posteriormente al *disco óptico.* Salen de las órbitas a través de los conductos ópticos. A su paso por la órbita, el nervio óptico está rodeado por extensiones de las *meninges craneales* y el *espacio subaracnoideo,* este último ocupado por una delgada capa de LCR (fig. 7-45A, *recuadro*). Las extensiones intraorbitarias de la duramadre craneal y la aracnoides constituyen la **vaina óptica**, que se continúa anteriormente con la vaina fascial del globo ocular y la esclera. Una capa de piamadre cubre la superficie del nervio óptico dentro de la vaina.

Además del nervio óptico (NC II), los nervios de la órbita incluyen los que penetran a través de la *fisura orbitaria superior* e inervan los músculos oculares: los nervios **oculomotor** (NC III), **troclear** (NC IV) y **abducens** (NC VI) (figs. 7-55B y 7-57). Los nervios troclear y abducens pasan directamente al músculo inervado por cada uno. El nervio oculomotor se fracciona en una división superior y otra inferior. El ramo superior inerva los músculos recto superior y elevador del párpado superior. El ramo inferior inerva los músculos rectos medial e inferior y el oblicuo inferior, y lleva fibras parasimpáticas presinápticas al ganglio ciliar (fig. 7-58). Los movimientos binoculares estimulados por los nervios oculomotor, troclear y abducens, a partir de la posición primaria en las órbitas derecha e izquierda, se exponen en la figura 7-59.

Los tres ramos terminales del *nervio oftálmico* (NC V$_1$) (los nervios frontal, nasociliar y lagrimal) atraviesan la fisura orbitaria superior e inervan estructuras relacionadas con la parte anterior de la órbita (p. ej., la glándula lagrimal y los párpados), la cara y el cuero cabelludo (fig. 7-60). Los ramos cutáneos del NC V$_1$ (los nervios lagrimal, frontal e infratroclear) se describen en «Nervios de la cara y el cuero cabelludo» (p. 849) y en la tabla 7-5.

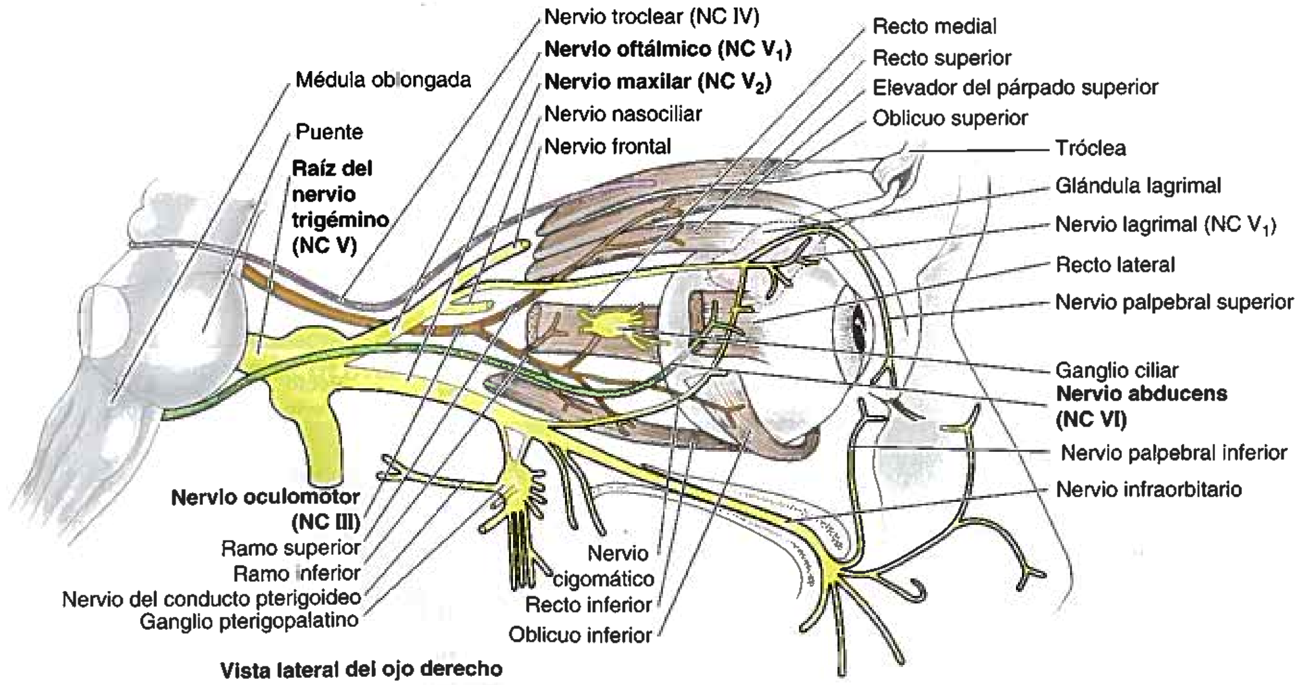

Nervio troclear (NC IV)
Nervio oftálmico (NC V$_1$)
Nervio maxilar (NC V$_2$)
Nervio nasociliar
Nervio frontal
Médula oblongada
Puente
Raíz del nervio trigémino (NC V)
Recto medial
Recto superior
Elevador del párpado superior
Oblicuo superior
Tróclea
Glándula lagrimal
Nervio lagrimal (NC V$_1$)
Recto lateral
Nervio palpebral superior
Ganglio ciliar
Nervio abducens (NC VI)
Nervio palpebral inferior
Nervio infraorbitario
Nervio oculomotor (NC III)
Ramo superior
Ramo inferior
Nervio del conducto pterigoideo
Ganglio pterigopalatino
Nervio cigomático
Recto inferior
Oblicuo inferior
Vista lateral del ojo derecho

FIGURA 7-57. Nervios de la órbita. Los siete músculos extrínsecos del globo ocular voluntarios están inervados por tres nervios craneales (NC III, IV y VI). El NC IV inerva el oblicuo superior, el NC VI inerva el recto lateral y el NC III inerva los cinco músculos restantes. El NC III también proporciona fibras parasimpáticas presinápticas al ganglio ciliar. El nervio trigémino (NC V) proporciona fibras sensitivas a la órbita, la región orbitaria y el globo ocular.

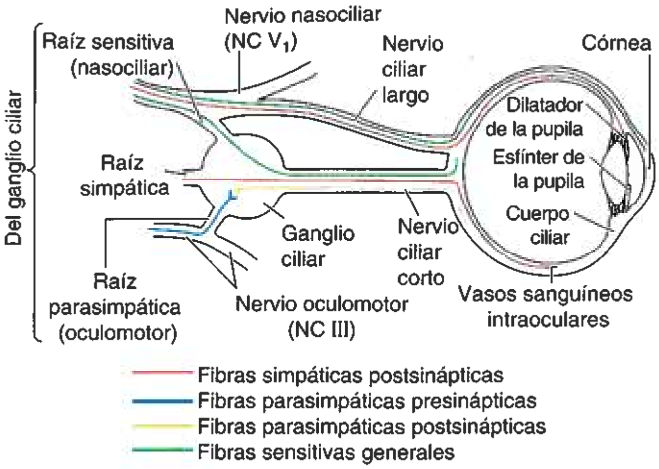

Nervio nasociliar (NC V_1)
Raíz sensitiva (nasociliar)
Nervio ciliar largo
Córnea
Dilatador de la pupila
Esfínter de la pupila
Cuerpo ciliar
Del ganglio ciliar
Raíz simpática
Ganglio ciliar
Nervio ciliar corto
Raíz parasimpática (oculomotor)
Nervio oculomotor (NC III)
Vasos sanguíneos intraoculares
Fibras simpáticas postsinápticas
Fibras parasimpáticas presinápticas
Fibras parasimpáticas postsinápticas
Fibras sensitivas generales

FIGURA 7-58. Distribución de las fibras nerviosas hacia el ganglio ciliar y el globo ocular. El ganglio ciliar recibe tres tipos de fibras nerviosas de tres orígenes diferentes. Toda la inervación parasimpática y sólo parte de la inervación sensitiva y simpática del globo ocular atraviesa el ganglio. Fibras simpáticas y sensitivas del nervio ciliar largo evitan el ganglio ciliar.

El **ganglio ciliar** es un pequeño grupo de cuerpos neuronales parasimpáticos postsinápticos asociados con el NC V_1. Se localiza entre el nervio óptico y el músculo recto lateral, hacia el límite posterior de la órbita. Este ganglio recibe fibras nerviosas de tres procedencias (fig. 7-58):

- Fibras sensitivas del NC V_1 por vía de la **raíz sensitiva** o **nasociliar del ganglio ciliar.**
- Fibras parasimpáticas presinápticas del NC III por vía de la **raíz parasimpática** u **oculomotora del ganglio ciliar.**
- Fibras simpáticas postsinápticas del *plexo carotídeo interno* por vía de la **raíz simpática del ganglio ciliar.**

Los **nervios ciliares cortos** surgen del ganglio ciliar y se consideran como ramos del NC V_1 (figs. 7-58 y 7-60). Llevan fibras parasimpáticas y simpáticas al cuerpo ciliar y el iris. Los nervios ciliares cortos se componen de fibras parasimpáticas postsinápticas que nacen en el ganglio ciliar, fibras aferentes del nervio nasociliar que pasan a través del ganglio, y fibras simpáticas postsinápticas que pasan también a través de él. Los **nervios ciliares largos**, ramos del nervio nasociliar (NC V_1) que llegan al globo

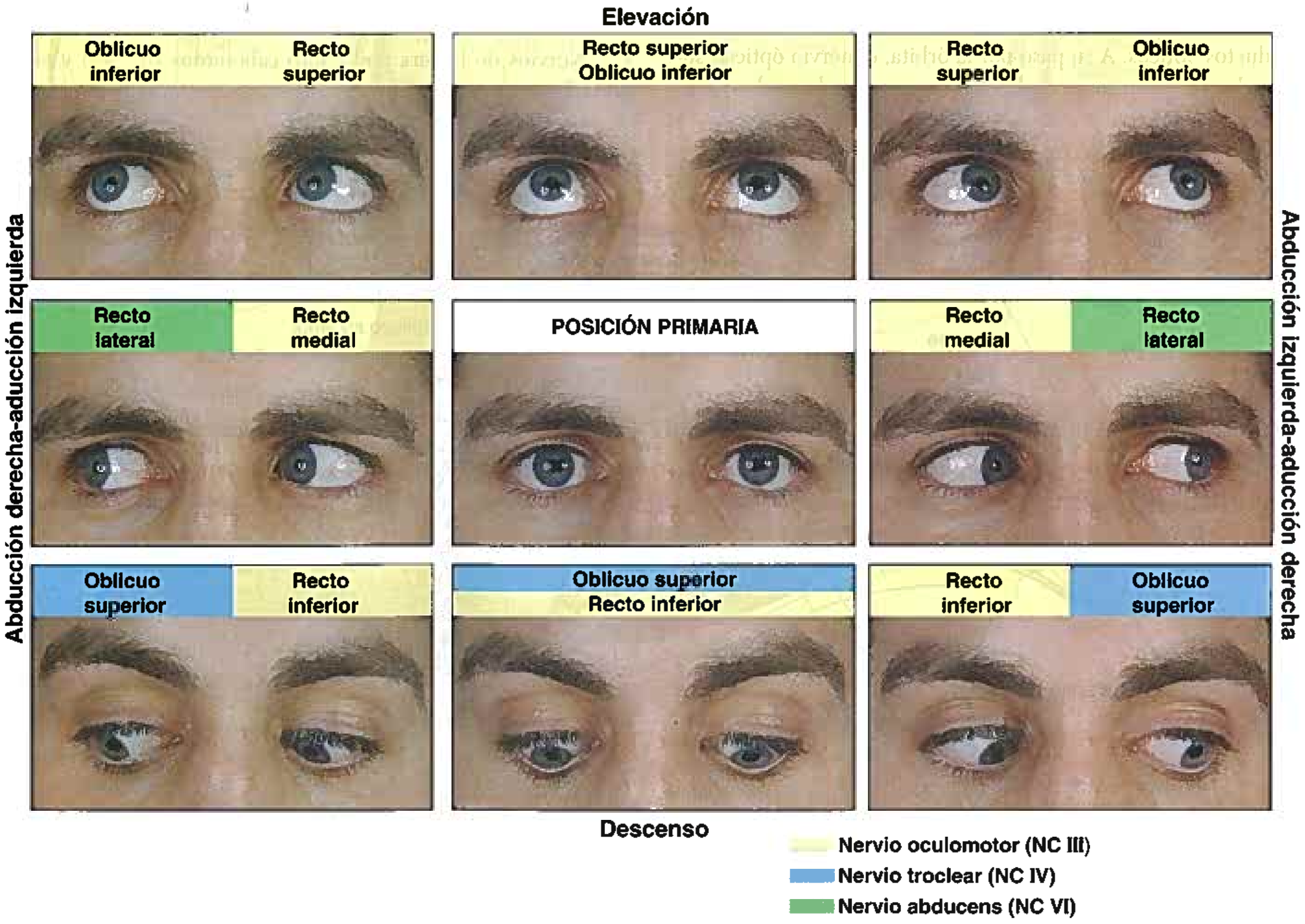

Elevación
Oblicuo inferior
Recto superior
Recto superior
Oblicuo inferior
Recto superior
Oblicuo inferior
Abducción derecha-aducción izquierda
Recto lateral
Recto medial
POSICIÓN PRIMARIA
Recto medial
Recto lateral
Abducción izquierda-aducción derecha
Oblicuo superior
Recto inferior
Oblicuo superior
Recto inferior
Recto inferior
Oblicuo superior
Descenso
Nervio oculomotor (NC III)
Nervio troclear (NC IV)
Nervio abducens (NC VI)

FIGURA 7-59. Movimientos binoculares y músculos que los producen. Todos los movimientos se inician desde la posición primaria.

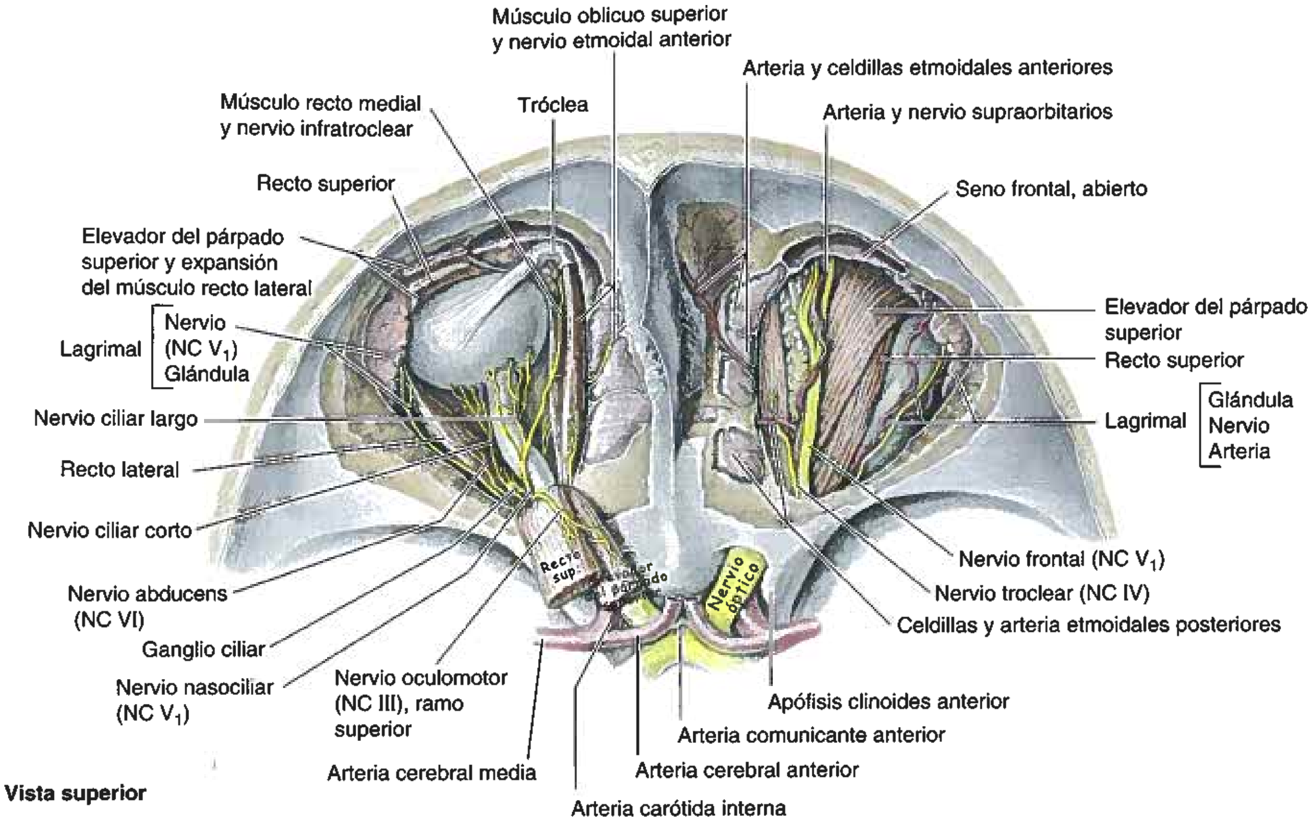

Músculo oblicuo superior y nervio etmoidal anterior
Arteria y celdillas etmoidales anteriores
Músculo recto medial y nervio infratroclear
Tróclea
Arteria y nervio supraorbitarios
Recto superior
Seno frontal, abierto
Elevador del párpado superior y expansión del músculo recto lateral
Lagrimal
Nervio (NC V1)
Glándula
Elevador del párpado superior
Recto superior
Lagrimal
Glándula
Nervio
Arteria
Nervio ciliar largo
Recto lateral
Nervio ciliar corto
Recto sup.
Elevador del párpado
Nervio óptico
Nervio frontal (NC V1)
Nervio troclear (NC IV)
Celdillas y arteria etmoidales posteriores
Nervio abducens (NC VI)
Ganglio ciliar
Nervio nasociliar (NC V1)
Nervio oculomotor (NC III), ramo superior
Apófisis clinoides anterior
Arteria comunicante anterior
Arteria cerebral media
Arteria cerebral anterior
Vista superior
Arteria carótida interna

FIGURA 7-60. Disección de la órbita. En esta vista superior se ha retirado la porción orbitaria del hueso frontal. En el lado derecho se observan tres nervios destinados a la raíz de la órbita (troclear, frontal y lagrimal). En el lado izquierdo se han seccionado y reflejado el elevador del párpado superior y el recto superior, y se ha retirado grasa orbitaria para mostrar los nervios que atraviesan el tejido adiposo intraconal.

ocular sin pasar por el ganglio ciliar, llevan fibras simpáticas postsinápticas al dilatador de la pupila, y fibras aferentes del iris y la córnea.

Los *nervios etmoidales posterior* y *anterior,* ramos del nervio nasociliar que surgen en la órbita, salen por aberturas de la pared medial de la órbita para inervar las mucosas del seno esfenoidal y las celdillas etmoidales y de las cavidades nasales, así como la duramadre de la fosa craneal anterior.

Vascularización de la órbita

ARTERIAS DE LA ÓRBITA

La irrigación sanguínea de la órbita corre a cargo principalmente de la **arteria oftálmica,** rama de la arteria carótida interna (fig. 7-61; tabla 7-9); la **arteria infraorbitaria,** rama de la arteria carótida externa, también irriga estructuras relacionadas con el suelo de la órbita. La **arteria central de la retina,** rama de la arteria oftálmica, surge inferiormente al nervio óptico, perfora su vaina y discurre dentro de él hasta el globo ocular, donde emerge en el disco óptico (fig. 7-45A, *recuadro*). Sus ramas se extienden por la cara interna de la retina (figs. 7-52 y 7-62). Las ramas finales son *arterias terminales* (*arteriolas*) y constituyen la única irrigación que recibe la cara interna de la retina.

La cara externa de la retina está irrigada también por la *lámina coroidocapilar.* De las aproximadamente ocho *arterias ciliares posteriores* (que también son ramas de la arteria oftálmica), seis **arterias ciliares posteriores cortas** irrigan directamente la coroides, que nutre la capa externa no vascular de la retina. Las **arterias ciliares posteriores largas,** una a cada lado del globo ocular, discurren entre la esclera y la coroides para anastomosarse con las **arterias ciliares anteriores** (continuaciones de las **ramas musculares de la arteria oftálmica** a los músculos rectos) e irrigar el plexo ciliar.

VENAS DE LA ÓRBITA

El drenaje venoso de la órbita se realiza a través de las **venas oftálmicas superior** e **inferior,** que atraviesan la fisura orbitaria superior y penetran en el seno cavernoso (fig. 7-63). La **vena central de la retina** (fig. 7-62) suele penetrar directamente en el seno cavernoso, aunque puede unirse antes a una de las venas oftálmicas. Las **venas vorticosas,** procedentes de la capa vascular del globo ocular, drenan en la vena oftálmica inferior. El **seno venoso de la esclera** es una estructura vascular que rodea la cámara anterior del globo ocular; constituye la vía de retorno del humor acuoso a la circulación sanguínea.

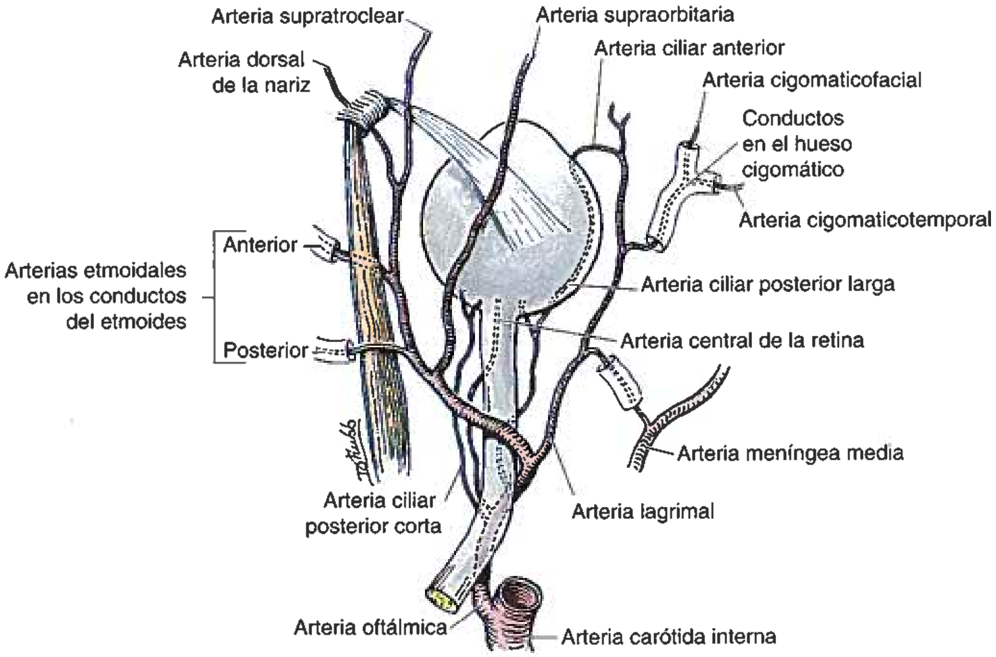

Arteria supratroclear
Arteria dorsal de la nariz
Arteria supraorbitaria
Arteria ciliar anterior
Arteria cigomaticofacial
Conductos en el hueso cigomático
Arteria cigomaticotemporal
Arterias etmoidales en los conductos del etmoides
Anterior
Posterior
Arteria ciliar posterior larga
Arteria central de la retina
Arteria meníngea media
Arteria ciliar posterior corta
Arteria lagrimal
Arteria oftálmica
Arteria carótida interna

FIGURA 7-61. Arterias de la órbita.

TABLA 7-9. ARTERIAS DE LA ÓRBITA

Arteria	Origen	Recorrido y distribución
Oftálmica	Arteria carótida interna	Atraviesa el conducto óptico para alcanzar la cavidad orbitaria
Arteria central de la retina	Arteria oftálmica	Atraviesa la vaina externa (dural) del nervio óptico y discurre hacia el globo ocular; se ramifica en el centro del disco óptico; irriga la porción óptica de la retina (excepto los conos y bastones)
Supraorbitaria		Discurre superior y posteriormente desde el agujero supraorbitario, para irrigar la frente y el cuero cabelludo
Supratroclear		Pasa desde el borde supraorbitario hacia la frente y el cuero cabelludo
Lagrimal		Pasa a lo largo del borde superior del músculo recto lateral para irrigar la glándula lagrimal, la conjuntiva y los párpados
Dorsal de la nariz		Discurre a lo largo de la cara dorsal de la nariz e irriga su superficie
Ciliares posteriores cortas		Atraviesan la esclera en la periferia del nervio óptico para irrigar la coroides, al tiempo que irrigan los conos y bastones de la porción óptica de la retina
Ciliares posteriores largas		Atraviesan la esclera para irrigar el cuerpo ciliar y el iris
Etmoidal posterior		Pasa a través del agujero etmoidal posterior hacia las celdillas etmoidales posteriores
Etmoidal anterior		Pasa a través del agujero etmoidal anterior hacia la fosa craneal anterior; irriga las celdillas etmoidales anteriores y medias, el seno frontal, la cavidad nasal y la piel del dorso de la nariz
Ciliar anterior	Ramas musculares de la arteria oftálmica	Atraviesa la esclera a nivel de las inserciones de los músculos rectos y forma una red en el iris y el cuerpo ciliar
Infraorbitaria	Tercera porción de la arteria maxilar	Pasa a lo largo del surco y el agujero infraorbitarios hacia la cara

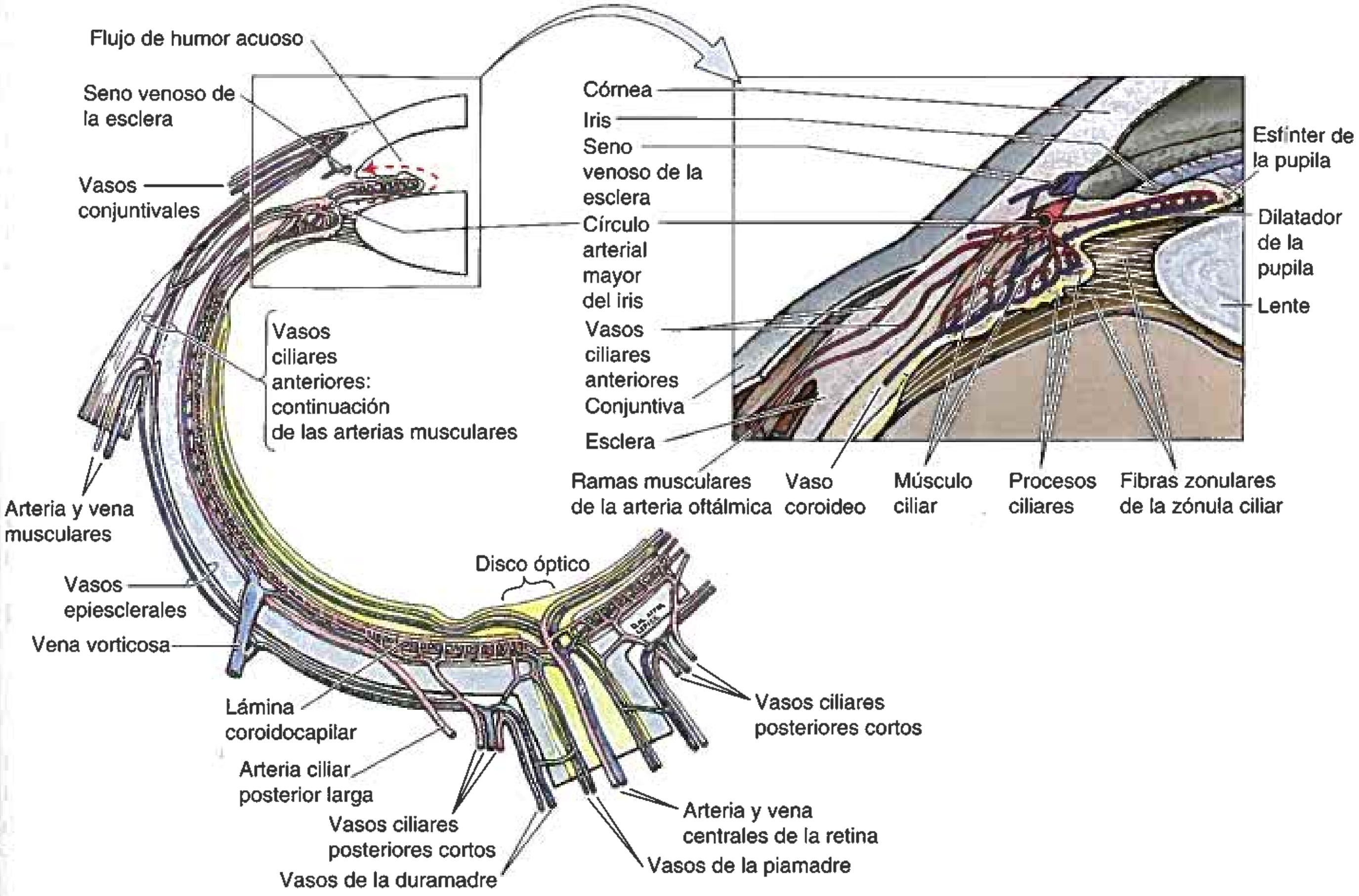

Flujo de humor acuoso
Seno venoso de la esclera
Vasos conjuntivales
Vasos ciliares anteriores: continuación de las arterias musculares
Arteria y vena musculares
Vasos epiesclerales
Vena vorticosa
Lámina coroidocapilar
Arteria ciliar posterior larga
Vasos ciliares posteriores cortos
Vasos de la duramadre
Disco óptico
Córnea
Iris
Seno venoso de la esclera
Círculo arterial mayor del iris
Vasos ciliares anteriores
Conjuntiva
Esclera
Esfínter de la pupila
Dilatador de la pupila
Lente
Ramas musculares de la arteria oftálmica
Vaso coroideo
Músculo ciliar
Procesos ciliares
Fibras zonulares de la zónula ciliar
Vasos ciliares posteriores cortos
Arteria y vena centrales de la retina
Vasos de la piamadre

FIGURA 7-62. Sección parcial horizontal del globo ocular derecho. Se muestra la arteria que irriga la parte interna de la retina (arteria central de la retina) y la coroides, que a su vez nutre la capa no vascular externa de la retina. La coroides se dispone de forma que los vasos que la irrigan y los vasos coroideos mayores se sitúan externamente, y los vasos menores (lámina coroidocapilar) son más internos, adyacentes a la capa no vascular de la retina. La vena vorticosa (una de cuatro o cinco) drena sangre venosa desde la coroides a las venas ciliar posterior y oftálmica. El seno venoso de la esclera retorna el humor acuoso, secretado en la cámara anterior por los procesos ciliares, a la circulación venosa.

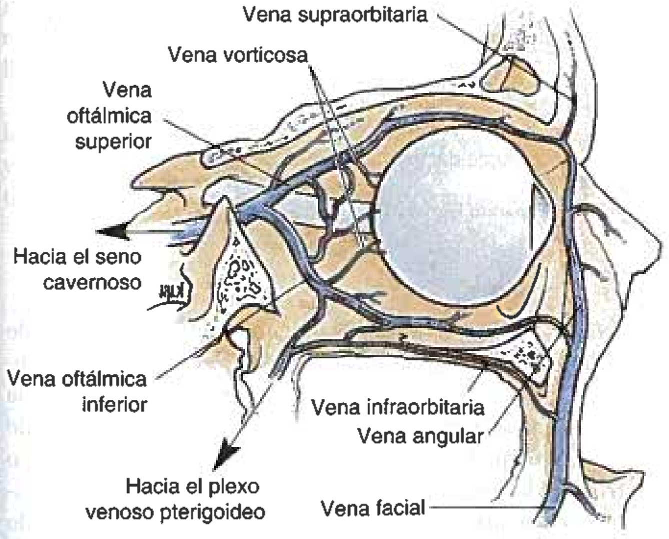

Vena supraorbitaria
Vena vorticosa
Vena oftálmica superior
Hacia el seno cavernoso
Vena oftálmica inferior
Vena infraorbitaria
Vena angular
Hacia el plexo venoso pterigoideo
Vena facial

FIGURA 7-63. Venas oftálmicas. La vena oftálmica superior drena en el seno cavernoso, y la vena oftálmica inferior lo hace en el plexo venoso pterigoideo. Se comunican anteriormente con las venas facial y supraorbitaria, y entre sí posteriormente. La vena oftálmica superior acompaña a la arteria oftálmica y sus ramas.

Anatomía de superficie del ojo y el aparato lagrimal

Para una descripción de la anatomía de superficie de los párpados, véase «Anatomía de superficie de la cara» (p. 859). La parte anterior de la *esclera* (el «blanco» del ojo) está cubierta por la *conjuntiva bulbar,* transparente, que contiene vasos sanguíneos conjuntivales, minúsculos pero visibles (fig. 7-64B). Cuando está irritada, los vasos pueden ingurgitarse notablemente y la conjuntiva bulbar puede adquirir un aspecto rosado al inflamarse (ojos «rojos»). La esclera normal, dura y opaca, puede aparecer ligeramente azulada en el lactante y el niño, y presenta una tonalidad amarillenta en muchos ancianos.

La parte anterior transparente del ojo es la *córnea*, que se continúa en sus bordes con la esclera. En una vista lateral (fig. 7-64A), la mayor parte visible del ojo hace una ligera prominencia a través de la *hendidura palpebral*. Se observa que la córnea tiene una mayor curvatura (convexidad) que el resto del globo ocular (la parte cubierta por la esclera); por lo tanto, existe un ligero ángulo en la *unión esclerocorneal*, el *limbo de la córnea* (fig. 7-64B). La prominencia de la córnea da lugar también a que se pongan de

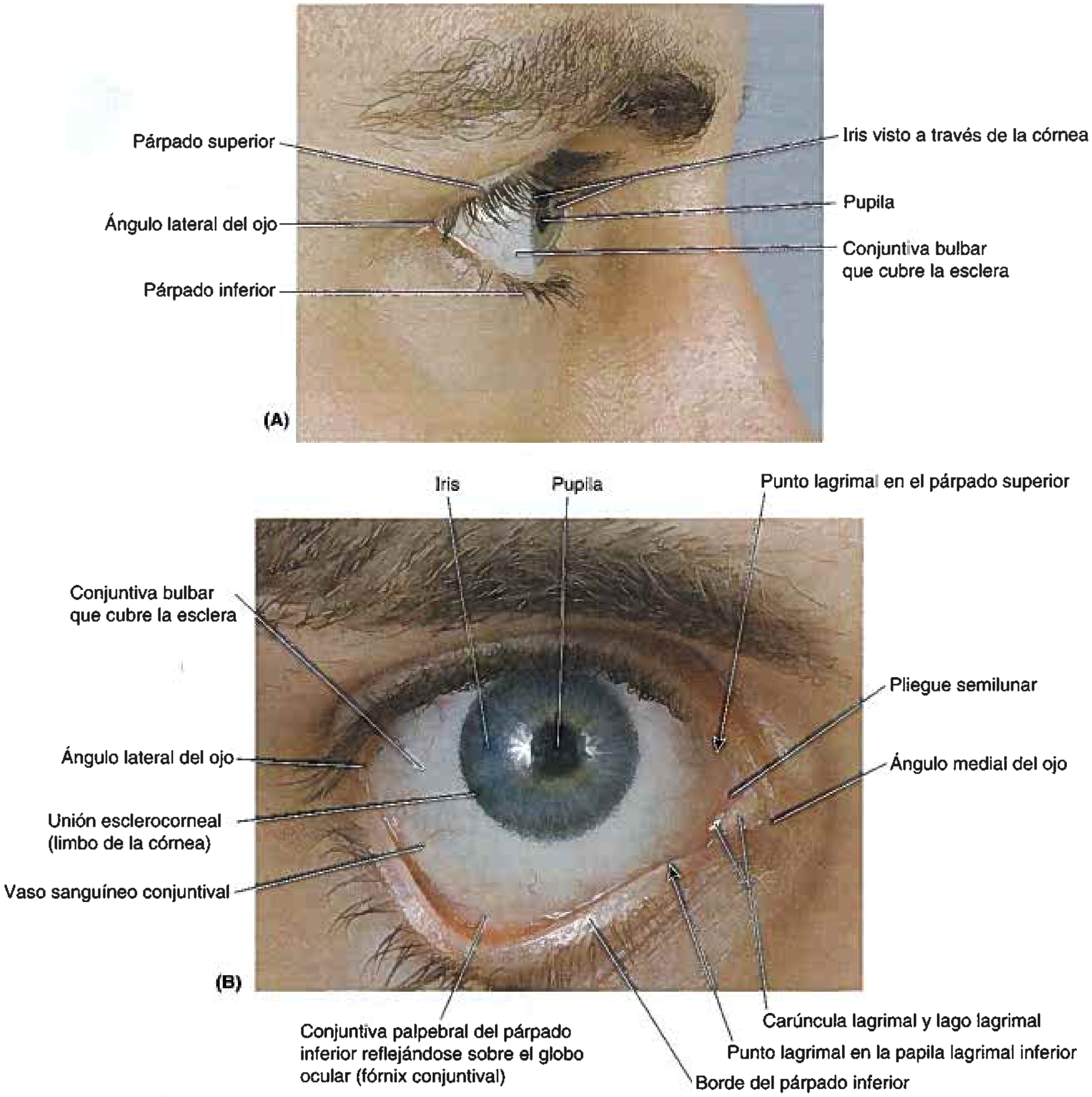

Párpado superior
Ángulo lateral del ojo
Párpado inferior
Iris visto a través de la córnea
Pupila
Conjuntiva bulbar que cubre la esclera
(A)
Iris
Pupila
Punto lagrimal en el párpado superior
Conjuntiva bulbar que cubre la esclera
Pliegue semilunar
Ángulo lateral del ojo
Ángulo medial del ojo
Unión esclerocorneal (limbo de la córnea)
Vaso sanguíneo conjuntival
(B)
Conjuntiva palpebral del párpado inferior reflejándose sobre el globo ocular (fórnix conjuntival)
Carúncula lagrimal y lago lagrimal
Punto lagrimal en la papila lagrimal inferior
Borde del párpado inferior

FIGURA 7-64. **Anatomía de superficie del ojo (A) y el aparato lagrimal (B).**

manifiesto los movimientos del globo ocular cuando los párpados están cerrados.

La abertura oscura circular a través de la cual penetra la luz en el globo ocular, la *pupila,* está rodeada por el *iris*, un diafragma pigmentado circular. El tamaño relativo de la pupila y el iris varía según la intensidad de la luz entrante; sin embargo, el tamaño de la pupila y el iris contralaterales deben guardar uniformidad.

Normalmente, con los ojos abiertos y la mirada dirigida hacia delante, la parte superior de la córnea y del iris están cubiertos por el borde del *párpado superior*, la parte inferior de la córnea y del iris se hallan plenamente expuestos por encima del *párpado inferior*, y suele quedar al descubierto un estrecho borde de esclera. Incluso ligeras variaciones en la posición de los globos oculares resultan perceptibles y ocasionan cambios en la expresión facial; por ejemplo, un aspecto de sorpresa cuando se eleva el párpado superior (como ocurre en el *exoftalmos*, o protrusión de los globos oculares, causado por el hipertiroidismo), o una apariencia somnolienta (como al caer el párpado superior, o *ptosis*, por ausencia de inervación simpática en el síndrome de Horner).

La *conjuntiva bulbar* se refleja desde la esclera a la superficie profunda del párpado. La *conjuntiva palpebral* es normalmente roja y vascular; con experiencia, puede aportar una cierta valoración sobre el nivel de hemoglogina. Suele examinarse cuando se sospecha una *anemia,* afección de la sangre que comúnmente se manifiesta por palidez de las mucosas. Cuando el párpado superior se coloca en eversión, pueden apreciarse el tamaño y la extensión del *tarso superior* englobado en él, y generalmente se ponen de manifiesto las *glándulas tarsales* a través de la conjuntiva palpebral, en forma de bandas verticales amarillentas. En un examen detenido pueden observarse las aberturas de estas glándulas (unas 20 en cada párpado) sobre los bordes de los párpados, posteriormente a las dos o tres filas de cilios emergentes, o *pestañas.* En la continuación de la conjuntiva bulbar con el epitelio anterior de la córnea y la conjuntiva palpebral se forma el *saco conjuntival.* La hendidura palpebral es la «boca», o abertura anterior, del saco conjuntival.

En el *ángulo medial del ojo* se halla un reservorio de las lágrimas, superficial y rojizo, el *lago lagrimal,* dentro del cual se halla la *carúncula lagrimal,* un pequeño acúmulo de piel húmeda modificada. Lateralmente a la carúncula se encuentra un *pliegue conjuntival semilunar* que se superpone ligeramente al globo ocular. Este repliegue es un rudimento de la membrana nictitante de las aves y los reptiles. Al situar los bordes de los párpados en eversión, se aprecia un pequeño hoyuelo en su extremo medial, el *punto lagrimal,* situado en la cúspide de una pequeña elevación, la *papila lagrimal.*

REGIÓN ORBITARIA, ÓRBITA Y GLOBO OCULAR

Fracturas de la órbita

El borde de la órbita es fuerte y protege el contenido orbitario. Sin embargo, si un golpe es lo suficientemente potente y el impacto es directo sobre dicho borde, las fracturas resultantes suelen producirse en las tres suturas entre los huesos que forman la región orbitaria. Debido a que las paredes medial e inferior de la órbita son delgadas, un golpe sobre el ojo puede fracturarlas, mientras que el borde permanece intacto (fig. C7-23). Las lesiones traumáticas indirectas que desplazan las paredes orbitarias se denominan fracturas por «estallido». Las fracturas de la pared medial pueden interesar las celdillas etmoidales y el seno esfenoidal, mientras que las fracturas de la pared inferior (suelo de la órbita) pueden afectar al seno maxilar.

Aunque la pared superior es más fuerte que la medial y la inferior, es lo suficientemente translúcida como para poder penetrarla con facilidad. Así pues, un objeto puntiagudo puede atravesarla y llegar al lóbulo frontal del cerebro.

Las **fracturas de la órbita** dan lugar con frecuencia a una hemorragia intraorbitaria, que ejerce presión sobre el globo ocular y produce *exoftalmos* (protrusión del globo ocular). Todo traumatismo sobre el ojo puede afectar a las estructuras adyacentes; por ejemplo, hemorragia en el seno maxilar, desplazamiento de los dientes maxilares, o fractura de los huesos nasales, con hemorragia, obstrucción de las vías aéreas e infección, que puede propagarse al seno cavernoso a través de la vena oftálmica.

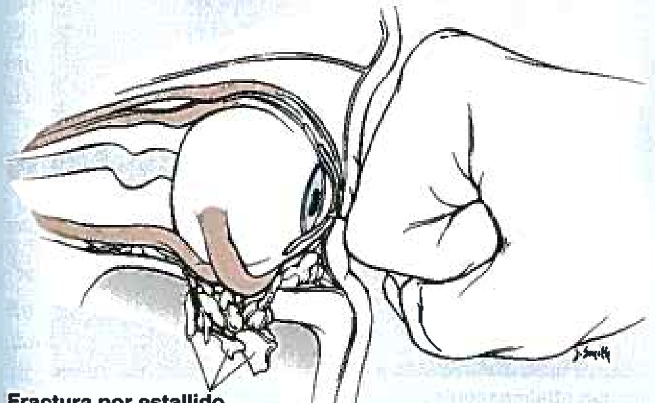


FIGURA C7-23.

Tumores orbitarios

Debido a la cercanía del nervio óptico al seno esfenoidal y a la celdilla etmoidal posterior, un tumor maligno en estos senos puede erosionar las delgadas paredes óseas de la órbita y comprimir el nervio óptico y el contenido orbitario. Los tumores de la órbita producen *exoftalmos*. La entrada más fácil de los tumores de la fosa craneal media a la cavidad orbitaria es a través de la fisura orbitaria superior. Los tumores de la fosa temporal o infratemporal acceden a dicha cavidad a través de la fisura orbitaria inferior. Aunque la pared lateral de la órbita es casi tan larga como la pared medial debido a que se extiende lateral y anteriormente, no llega tan anteriormente como la pared medial, que ocupa esencialmente un plano sagital (fig. 7-44A). Casi 2,5 cm del globo ocular quedan expuestos cuando se dirige la pupila todo lo posible medialmente. Por este motivo, la parte lateral constituye una buena vía para las intervenciones sobre el globo ocular.

Traumatismos de los nervios que inervan los párpados

Debido a que inerva el elevador del párpado superior, una lesión del nervio oculomotor causa parálisis de este músculo, con caída del párpado superior (*ptosis*). La lesión del nervio facial da lugar a parálisis del orbicular del ojo e impide el cierre completo de los párpados. Se pierde también el parpadeo rápido que normalmente protege al ojo.

La pérdida de tono muscular en el párpado inferior da lugar a su caída, con separación (eversión) de la superficie del globo ocular y desecación de la córnea. El ojo queda sin protección frente al polvo y las pequeñas partículas. La irritación del ojo no protegido da lugar a un lagrimeo excesivo, aunque ineficaz. También se forma un *exceso de líquido lagrimal* cuando se obstruye el aparato lagrimal, lo que impide que el líquido alcance la parte inferior del globo ocular. El paciente a menudo se seca los ojos constantemente para enjugar las lágrimas, lo que aumenta la irritación.

Inflamación de las glándulas palpebrales

Cualquiera de las glándulas palpebrales puede inflamarse y quedar tumefacta por infección u obstrucción de sus conductos. Si se obstruyen los conductos de las glándulas ciliares, aparece en el párpado una tumefacción supurada (con producción de pus) roja y dolorosa, un *orzuelo*. También pueden formarse *quistes de las glándulas sebáceas* del párpado, denominados *chalazión*. La obstrucción de una glándula tarsal produce una inflamación, o *chalazión tarsal*, que protruye hacia el globo ocular y roza contra él en el parpadeo.

Hiperemia de la conjuntiva

La conjuntiva es incolora, excepto cuando sus vasos están dilatados y congestionados («inyectados en sangre»). La hiperemia conjuntival se produce por irritación local (p. ej., por la acción del polvo, el cloro o el humo). La *conjuntivitis*, o inflamación de la conjuntiva («ojo rosado»), es una infección contagiosa frecuente del ojo.

Hemorragias subconjuntivales

Las hemorragias subconjuntivales son frecuentes y se manifiestan en forma de manchas de color rojo claro u oscuro, situadas profundamente a la conjuntiva bulbar o en su interior. Las hemorragias pueden ocurrir por traumatismos o inflamación. Los golpes en el ojo, el sonarse la nariz con excesiva violencia, los paroxismos de tos o los estornudos demasiado intensos pueden producir hemorragias por rotura de pequeños capilares subconjuntivales.

Desarrollo de la retina

La retina y el nervio óptico se desarrollan a partir de la **copa óptica,** una evaginación del prosencéfalo embrionario, la **vesícula óptica** (fig. C7-24A). Al evaginarse del prosencéfalo (fig. C7-24B), la vesícula óptica arrastra consigo las meninges en desarrollo. Por lo tanto, el nervio óptico está revestido por las meninges craneales y constituye una extensión del espacio subaracnoideo (fig. C7-24C). La arteria y la vena centrales de la retina cruzan el espacio subaracnoideo y discurren dentro de la parte distal del nervio óptico. La capa celular pigmentaria de la retina se desarrolla a partir de la capa externa de la copa óptica, y la capa nerviosa a partir de la capa interna.

Desprendimiento de retina

En el embrión, las capas de la retina en desarrollo están separadas por un *espacio intrarretiniano* (fig. C7-24B). Durante el período fetal precoz se fusionan las capas y obliteran dicho espacio. Aunque la capa celular pigmentaria queda firmemente unida a la coroides, su fijación a la capa nerviosa no es firme. Por consiguiente, la retina puede desprenderse a causa de un golpe en el ojo (fig. C7-25). El desprendimiento de la retina suele producirse por filtración de líquido entre sus capas nerviosa y pigmentaria, quizás días o incluso semanas después del traumatismo ocular. Los pacientes

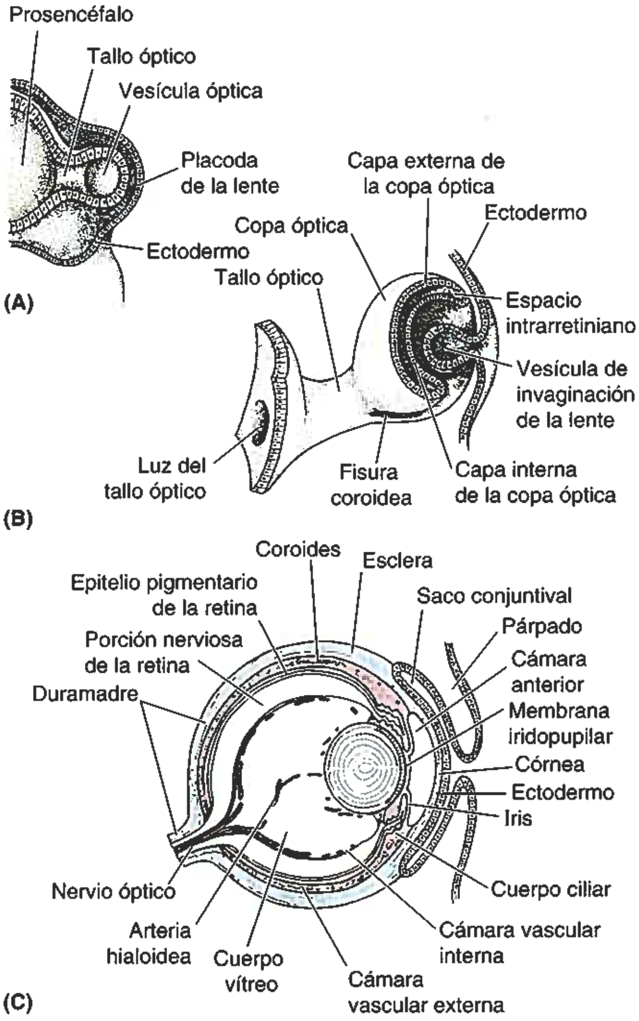

Prosencéfalo
Tallo óptico
Vesícula óptica
Placoda de la lente
Ectodermo
(A)
Capa externa de la copa óptica
Ectodermo
Copa óptica
Tallo óptico
Espacio intrarretiniano
Vesícula de invaginación de la lente
Luz del tallo óptico
Fisura coroidea
Capa interna de la copa óptica
(B)
Coroides
Esclera
Epitelio pigmentario de la retina
Saco conjuntival
Párpado
Porción nerviosa de la retina
Cámara anterior
Duramadre
Membrana iridopupilar
Córnea
Ectodermo
Iris
Nervio óptico
Cuerpo ciliar
Arteria hialoidea
Cuerpo vítreo
Cámara vascular interna
Cámara vascular externa
(C)

FIGURA C7-24.

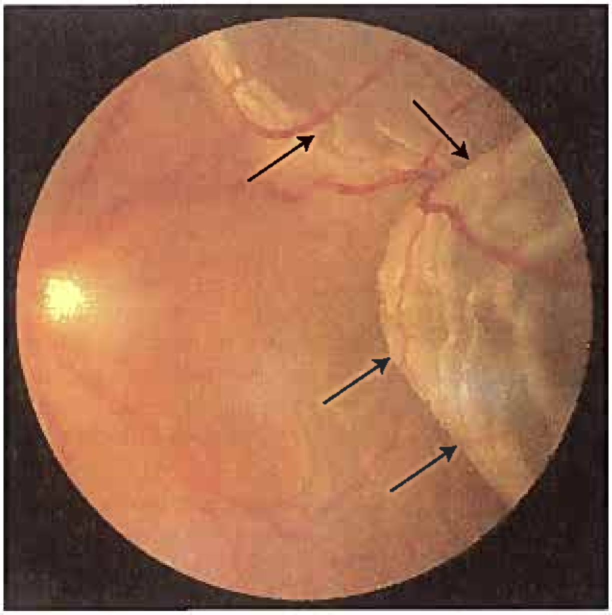


Imagen oftalmoscópica (*flechas,* arrugas en la retina desprendida)

FIGURA C7-25.

con desprendimiento de retina pueden tener la sensación de percibir resplandores de luz o manchas flotantes delante del ojo.

Reflejo fotomotor

El **reflejo fotomotor** se explora con una linterna de bolsillo durante el examen neurológico. Este reflejo, en el cual intervienen el NC II (ramo aferente) y el NC III (ramo eferente), consiste en la constricción rápida de la pupila en respuesta a la luz. Bajo la acción de la luz se contraen ambas pupilas, pues cada retina emite fibras a los tractos ópticos de uno y otro lado. El músculo esfínter de la pupila está inervado por fibras parasimpáticas; por lo tanto, la interrupción de estas fibras produce dilatación pupilar, por la acción sin oposición del músculo dilatador de la pupila, inervado por fibras simpáticas. El primer signo de la *compresión del nervio oculomotor* es una lentitud homolateral en la respuesta pupilar a la luz.

Uveítis

La *uveítis*, o inflamación de la capa vascular del globo ocular (úvea), puede progresar hasta una grave alteración visual y ceguera, si el oftalmólogo no corrige la inflamación.

Oftalmoscopia

El médico utiliza un *oftalmoscopio* para ver el fondo de ojo (fig. 7-52). Las arterias y venas retinianas irradian sobre el fondo a partir del centro del disco óptico, pálido y ovalado, que se localiza en el lado medial de la retina. Suelen ser visibles las pulsaciones de las arterias retinianas. Centralmente, en el polo posterior del globo ocular, la mácula tiene un aspecto más oscuro que el tinte rojizo de las áreas retinianas circundantes, porque el pigmento negro melanina en la coroides y en la capa celular pigmentaria de la retina no es filtrado por la sangre capilar.

Papiledema

El aumento de presión del LCR enlentece el retorno venoso de la retina, lo que ocasiona un *edema de la retina* (acumulación de líquido). En la oftalmoscopia, el edema aparece como una tumefacción del disco óptico, que se denomina **papiledema.** Normalmente, el disco es plano y no forma una papila. El papiledema obedece a un aumento de la presión intracraneal y la presión del LCR en la extensión del espacio subaracnoideo en torno al nervio óptico (fig. 7-50A).

Presbiopía y cataratas

Al envejecer, la lente se endurece y aplana. Estos cambios reducen gradualmente su capacidad de enfoque, proceso conocido como *presbiopía* (del griego *presbyos*, viejo). En algunos individuos se produce además una pérdida de transparencia (enturbiamiento) del cristalino por la aparición de áreas de opacidad (*cataratas*). La extracción de la catarata, combinada con el *implante de una lente intraocular*, se ha convertido en una operación frecuente. En la extracción extracapsular de la catarata se elimina la lente sin retirar su cápsula, en la cual se coloca a continuación una lente intraocular sintética (fig. C7-26A y B). En la extracción intracapsular se retiran la lente y su cápsula y se implanta una lente intraocular sintética en la cámara anterior (fig. C7-26C).

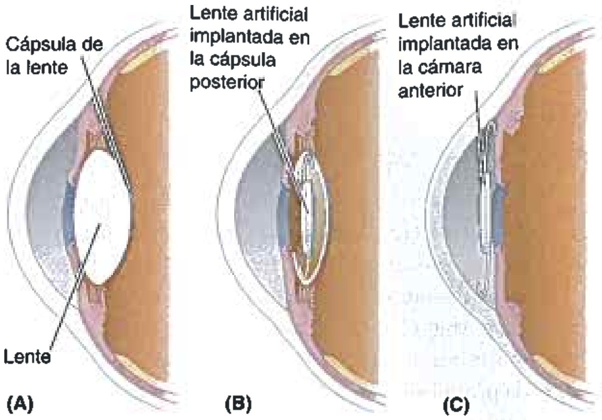

Cápsula de la lente
Lente
Lente artificial implantada en la cápsula posterior
Lente artificial implantada en la cámara anterior
(A)
(B)
(C)

FIGURA C7-26.

Coloboma del iris

La ausencia de una sección del iris (fig. C7-27) puede producirse por un defecto congénito en el que la fisura coroidea (fig. C7-24B) no se cierra adecuadamente por

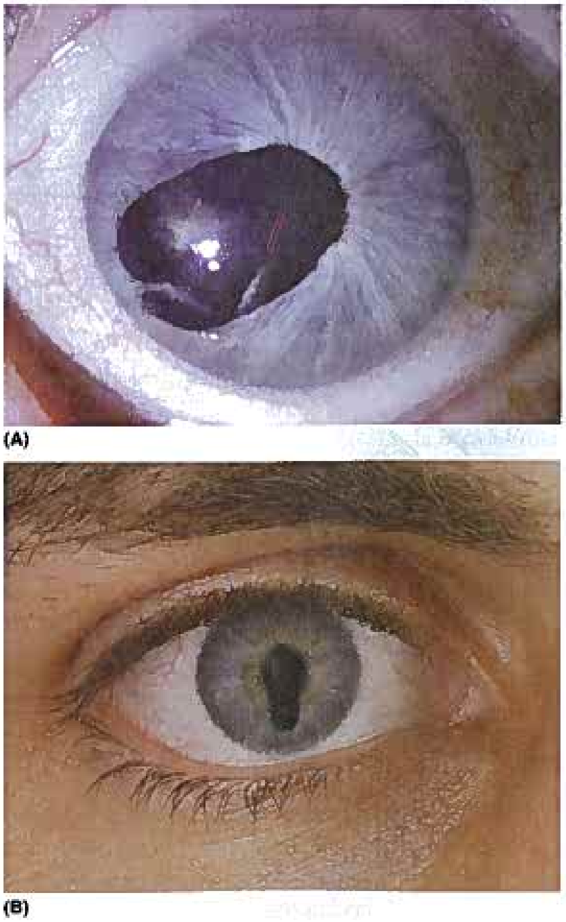


FIGURA C7-27.

traumatismos penetrantes o no penetrantes en el globo ocular, o por una iridectomía quirúrgica. Cuando se lesiona el iris por este motivo, la fisura iridiana no se cura.

Glaucoma

El flujo de salida del humor acuoso a través del seno venoso de la esclera hacia la circulación sanguínea debe producirse al mismo ritmo con que se elabora. Si el flujo de salida disminuye significativamente por bloqueo de la vía de drenaje (fig. C7-28), aumenta la presión en las cámaras anterior y posterior del ojo, proceso denominado *glaucoma*. Si no se reduce la producción de humor acuoso para mantener normal la presión intraocular, puede producirse ceguera por compresión de la capa interna del globo ocular (retina) y de las arterias retinianas.

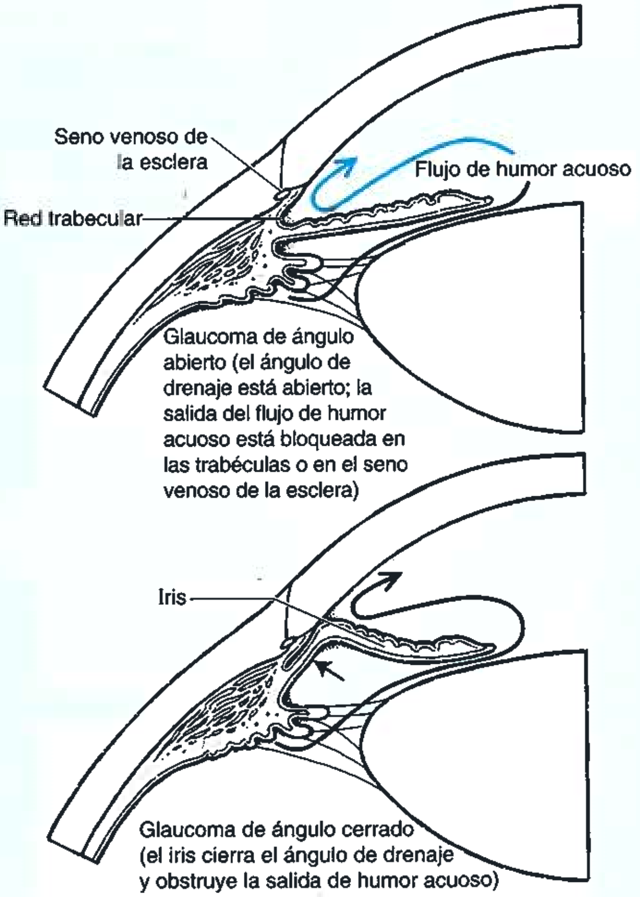
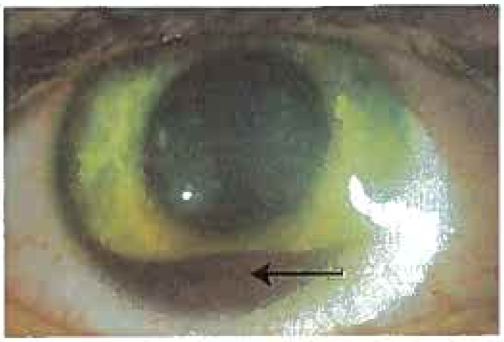

Seno venoso de la esclera
Flujo de humor acuoso
Red trabecular
Glaucoma de ángulo abierto (el ángulo de drenaje está abierto; la salida del flujo de humor acuoso está bloqueada en las trabéculas o en el seno venoso de la esclera)
Iris
Glaucoma de ángulo cerrado (el iris cierra el ángulo de drenaje y obstruye la salida de humor acuoso)

FIGURA C7-28.

Hemorragia en la cámara anterior

La hemorragia en la cámara anterior del globo ocular (*hipema*) suele producirse por traumatismos cerrados, como los debidos a un golpe con una raqueta o pelota de squash o con un palo de hockey (fig. C7-29). Al principio, la cámara anterior queda teñida de rojo, pero la sangre pronto se acumula en ella. La hemorragia inicial suele detenerse en unos pocos días, y la recuperación generalmente es buena.



Hipema *(flecha)*

FIGURA C7-29.

Ojo artificial

Cuando debe extirparse (*enuclearse*) el globo ocular, su vaina fascial constituye una cuenca adecuada para alojar un ojo artificial. Después de la operación, los músculos oculares no pueden retraerse tanto, debido a que sus vainas fasciales permanecen unidas a la vaina fascial del globo ocular, aunque es posible un cierto movimiento coordinado si el ojo artificial está colocado correctamente. Dado que el ligamento suspensorio soporta el globo ocular, debe conservarse al extirpar quirúrgicamente el suelo de la órbita ósea (p. ej., al extraer un tumor).

Reflejo corneal

En la exploración neurológica, el examinador toca la córnea con una torunda de algodón (fig. C7-14), y la respuesta normal (positiva) es un parpadeo. La falta de esta respuesta sugiere una lesión del NC V_1; una lesión del NC VII (el nervio motor del orbicular del ojo) también puede alterar este reflejo. El examinador debe asegurarse de que toca la córnea (y no simplemente la esclera) para provocar el reflejo. La presencia de una lente de contacto puede dificultar o abolir el reflejo.

Erosiones y desgarros corneales

Los cuerpos extraños, como partículas de arena o metálicas, producen *erosiones corneales* que causan un súbito dolor lancinante en el globo ocular y lagrimeo. La apertura y el cierre de los párpados también causan dolor. Los *desgarros corneales* se producen por objetos agudos, como las uñas o la esquina de una página de libro.

Úlceras y trasplantes corneales

El trastorno de la inervación sensitiva corneal por parte del NC V_1 deja la córnea vulnerable a las lesiones por cuerpos extraños. Los individuos con cicatrices u opacidades corneales pueden recibir un *trasplante de córnea* de un donante. También se utilizan implantes de material plástico no reactivo.

Síndrome de Horner

El *síndrome de Horner* se produce por la interrupción de un tronco simpático cervical y se manifiesta por la ausencia de las funciones estimuladas por el simpático sobre el lado homolateral de la cabeza. El síndrome incluye los siguientes signos: constricción de la pupila (miosis), caída del párpado superior (ptosis), enrojecimiento y aumento de temperatura de la piel (vasodilatación), y ausencia de sudoración (anhidrosis). La constricción de la pupila ocurre al quedar sin oposición el esfínter pupilar, estimulado por el parasimpático. La ptosis es consecuencia de la parálisis de las fibras musculares lisas que se intercalan con la aponeurosis del elevador del párpado superior, que constituyen colectivamente el músculo tarsal superior, inervado por fibras simpáticas.

Parálisis de los músculos extrínsecos del globo ocular/parálisis de los nervios orbitarios

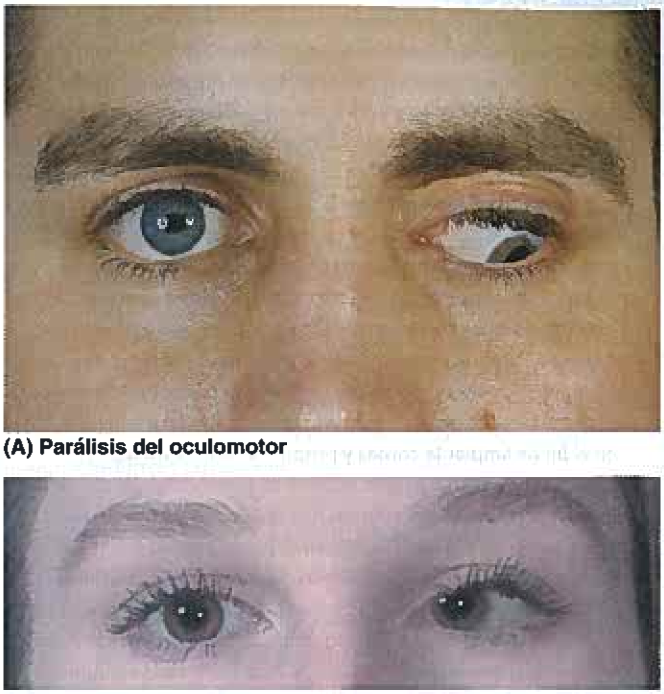
Uno o más músculos extrínsecos del globo ocular pueden paralizarse por procesos del tronco del encéfalo o traumatismos craneales, con *diplopía* (visión doble). La parálisis de un músculo se pone de manifiesto por la limitación del movimiento del globo ocular en el campo de acción del músculo, y por la producción de dos imágenes al tratar de utilizar ese músculo.

PARÁLISIS DEL NERVIO OCULOMOTOR

La parálisis completa del nervio oculomotor afecta a la mayor parte de los músculos oculares, al elevador del párpado superior y al esfínter de la pupila. El párpado superior cae y no puede elevarse voluntariamente debido a la actividad sin oposición del orbicular del ojo (inervado por el nervio facial) (fig. C7-30A). Además, la pupila está completamente dilatada y no reactiva, por la acción sin oposición del dilatador de la pupila. La pupila queda en completa abducción y descendida («hacia abajo y afuera») por la actividad sin oposición del recto lateral y el oblicuo superior, respectivamente.

PARÁLISIS DEL NERVIO ABDUCENS

Cuando se paraliza el nervio abducens (NC VI), que inerva sólo el recto lateral, no se puede realizar la abducción de la pupila en el lado afectado (fig. C7-30B). La pupila se halla en aducción completa por la acción sin oposición del recto medial.


(A) Parálisis del oculomotor

(B) Parálisis del abducens

FIGURA C7-30.

Bloqueo de la arteria central de la retina

Dado que las ramas finales de la arteria central de la retina son arterias terminales, su obstrucción por un émbolo causa una ceguera inmediata y total. El bloqueo de la arteria suele ser unilateral y se produce generalmente en personas de edad avanzada.

Bloqueo de la vena central de la retina

Como la vena central de la retina llega al seno cavernoso, la *tromboflebitis* de este seno puede originar el paso de un trombo a dicha vena y bloquear una de las pequeñas venas retinianas. La oclusión de una rama de la vena central de la retina suele originar una pérdida de visión, lentamente y de forma indolora.

Puntos fundamentales

REGIÓN ORBITARIA, ÓRBITA Y GLOBO OCULAR

Órbitas. Las órbitas son cavidades piramidales con bases y vértices dirigidos anterior y posteriormente, respectivamente, que albergan los globos oculares y las estructuras visuales accesorias. ♦ Las paredes mediales de las órbitas contralaterales son paralelas, y las paredes laterales son perpendiculares entre sí. ♦ Los bordes y las paredes laterales de las órbitas, más expuestas a los traumatismos directos, son fuertes. ♦ Las paredes superior (techo) e inferior (suelo) son compartidas con la fosa craneal anterior y el seno maxilar, respectivamente; gran parte de la pared medial, delgada como un papel, es común con las celdillas etmoidales. ♦ La pared medial y el suelo, por lo tanto, son vulnerables a la propagación de procesos patológicos desde los senos paranasales, y a fracturas por estallido en los traumatismos cerrados sobre el contenido orbitario, por aumento súbito de la presión intraorbitaria. ♦ El conducto óptico y la fisura orbitaria superior, en el vértice de la órbita, son las vías primarias por las cuales entran y salen de la órbita estas estructuras.

Estructuras visuales accesorias. Los párpados y el aparato lagrimal son dispositivos protectores del globo ocular. ♦ El saco conjuntival es una clase especial de bolsa mucosa que permite a los párpados desplazarse sobre la superficie del globo ocular al abrirse y cerrarse, lo que extiende una película humectante y lubrificante de líquido lagrimal dentro del saco. ♦ El líquido se segrega en el fórnix superior lateral del saco y se disemina por la parte anterior del globo ocular por la acción de la gravedad y el parpadeo, con el fin de limpiar la córnea y proporcionarle nutrientes y oxígeno al empujar el líquido hacia el ángulo medial del ojo. ♦ El líquido y las sustancias irritantes que contiene se acumulan en el lago lagrimal. ♦ Desde aquí drenan por capilaridad, a través de los puntos lagrimales superior e inferior, a los conductillos lagrimales, que pasan al saco lagrimal. ♦ El saco drena por vía del conducto nasolagrimal a la cavidad nasal, donde el líquido fluye posteriormente y luego se deglute. ♦ Aunque el saco conjuntival se abre anteriormente por vía de la hendidura palpebral, el líquido lagrimal acuoso no atraviesa la barrera lipídica segregada por las glándulas tarsales en los bordes de la hendidura, a menos que se produzca en exceso, como durante el llanto.

Globo ocular. El globo ocular contiene el aparato óptico del sistema visual. ♦ Presenta una estructura trilaminar con: *1)* una capa externa fibrosa de soporte, compuesta por la esclera, opaca, y la córnea anterior, transparente; *2)* una capa vascular media, que se compone de la coroides (encargada principalmente de nutrir los conos y bastones de la retina), el cuerpo ciliar (que produce el humor acuoso y ajusta la lente) y el iris (que protege la retina), y *3)* una capa interna que consta de las porciones óptica y ciega de la retina. ♦ La córnea es el principal elemento de refracción del globo ocular; la lente efectúa los ajustes del enfoque. ♦ La estimulación parasimpática del cuerpo ciliar reduce la tensión de la lente y permite su engrosamiento para la visión próxima. ♦ La relajación del cuerpo ciliar en ausencia de estímulos estira la lente y la adelgaza para la visión lejana. ♦ La estimulación parasimpática también contrae el esfínter de la pupila, que cierra la pupila en respuesta a la luz intensa. ♦ La estimulación simpática del dilatador de la pupila abre la pupila para admitir más luz. ♦ El segmento anterior del globo ocular está lleno del humor acuoso, elaborado por los procesos ciliares de la cámara posterior. ♦ El humor acuoso atraviesa la pupila hacia la cámara anterior y se absorbe por la circulación venosa en el seno venoso de la esclera. ♦ El segmento posterior, o cámara vítrea, está lleno del humor vítreo, que mantiene la forma del ojo, transmite la luz y conserva la retina en su lugar contra la coroides.

Músculos extrínsecos del globo ocular. Hay siete músculos extrínsecos: cuatro rectos, dos oblicuos y un elevador del párpado superior. ♦ Seis músculos se originan en el vértice de la órbita; los cuatro músculos rectos salen de un anillo tendinoso común. ♦ Sólo el oblicuo inferior surge anteriormente en la órbita. El elevador del párpado superior efectúa la acción que indica su nombre. ♦ El músculo liso asociado (músculo tarsal superior) ensancha aún más la hendidura palpebral durante las respuestas simpáticas; se produce ptosis en ausencia de inervación simpática de la cabeza (síndrome de Horner). ♦ Con los ojos en aducción (convergencia), como en la lectura de cerca, los músculos oblicuos superior e inferior producen descenso y elevación, respectivamente, con dirección de la mirada hacia abajo o arriba de la página. ♦ La coordinación de los músculos extrínsecos contralaterales es necesaria para dirigir la mirada en una determinada dirección.

Nervios de la órbita. Todos los músculos de la órbita reciben inervación del NC III, excepto el oblicuo superior y el recto lateral, inervados por los NC IV y VI, respectivamente.

Vascularización de la órbita. La circulación extraocular proviene principalmente de las arterias oftálmica (carótida interna) e infraorbitaria (carótida externa); esta última irriga estructuras próximas al suelo de la órbita. ♦ Las venas oftálmicas superior e inferior drenan anteriormente en la vena facial, posteriormente en el seno cavernoso e inferiormente en el plexo venoso pterigoideo. ♦ La circulación intraocular se realiza exclusivamente a partir de la arteria oftálmica, con la arteria central de la retina que irriga toda la retina a excepción de la capa de conos y bastones, nutrida por la lámina coroidocapilar de la coroides. ♦ Las estructuras ciliares del iris reciben sangre de las arterias ciliares anteriores (desde las ramas de la arteria oftálmica al músculo recto) y de dos arterias ciliares posteriores largas. ♦ Múltiples arterias ciliares posteriores cortas irrigan la coroides. ♦ Las venas vorticosas superior e inferior drenan los globos oculares a las venas oftálmicas respectivas.

REGIONES PAROTÍDEA Y TEMPORAL, FOSA INFRATEMPORAL Y ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Región parotídea

La **región parotídea** es la parte posterolateral de la región facial, limitada por:

- El arco cigomático superiormente.
- El oído externo y el borde anterior del esternocleidomastoideo posteriormente.
- La rama de la mandíbula medialmente.
- El borde anterior del músculo masetero anteriormente.
- El ángulo y el borde inferior de la mandíbula inferiormente.

La región parotídea comprende la glándula parótida y su conducto, el plexo parotídeo del nervio facial (NC VII), la vena retromandibular, la arteria carótida externa y el músculo masetero.

GLÁNDULA PARÓTIDA

La **glándula parótida** es la mayor de las tres glándulas salivares pares. Desde el punto de vista funcional, parece lógico estudiar las tres glándulas simultáneamente en asociación con la anatomía de la boca. Sin embargo, desde un punto de vista anatómico, especialmente en los cursos de disección, la glándula parótida suele examinarse durante la disección de la cara, o inmediatamente después, al exponer el nervio facial. Aunque el plexo parotídeo del nervio facial (NC VII) se halla inmerso en la glándula parótida, los ramos que se extienden fuera de ella para inervar los músculos de la expresión facial se encuentran durante la disección de la cara, y se han descrito e ilustrado en la página 853. La disección de la región parotídea debe completarse antes de disecar la región infratemporal y los músculos de la masticación o el triángulo carotídeo del cuello. La *glándula submandibular* se encuentra principalmente durante la disección del triángulo submandibular del cuello, y las *glándulas sublinguales* al disecar el suelo de la boca.

La glándula parótida está rodeada por una cápsula fascial fuerte y resistente, la **fascia (vaina o cápsula) parotídea,** que deriva de la *lámina superficial. de la fascia cervical profunda* (fig. 7-29). La glándula tiene una forma triangular porque el área que ocupa, el **lecho parotídeo,** es anteroinferior al conducto auditivo externo, donde forma una cuña entre la rama de la mandíbula y la apófisis mastoides (figs. 7-23A y C, y 7-65). El tejido adiposo situado entre los lóbulos de la glándula le confiere la flexibilidad necesaria para acomodarse al movimiento de la mandíbula. El vértice de la glándula parótida es posterior al ángulo de la mandíbula, y su base guarda relación con el arco cigomático. La superficie lateral subcutánea de la parótida es casi plana.

El **conducto parotídeo** discurre horizontalmente desde el borde anterior de la glándula (fig. 7-65). Al llegar al borde anterior del masetero, el conducto gira medialmente, atraviesa el buccinador y penetra en la cavidad bucal por un pequeño orificio, frente al 2.º molar maxilar. Inmersos en el parénquima de la glándula parótida, desde la superficie a la profundidad, se hallan el *plexo parotídeo del nervio facial* (NC VII) y sus ramos (figs. 7-23A y C, y 7-65), la *vena retromandibular* y la *arteria carótida externa*. Sobre la fascia parotídea y dentro de la glándula se encuentran los *nódulos linfáticos parotídeos.*

INERVACIÓN DE LA GLÁNDULA PARÓTIDA Y ESTRUCTURAS RELACIONADAS

Aunque el plexo parotídeo del NC VII se halla inmerso en la glándula, no la inerva. El *nervio auriculotemporal,* un ramo del NC V_3, se halla estrechamente relacionado con la glándula parótida y

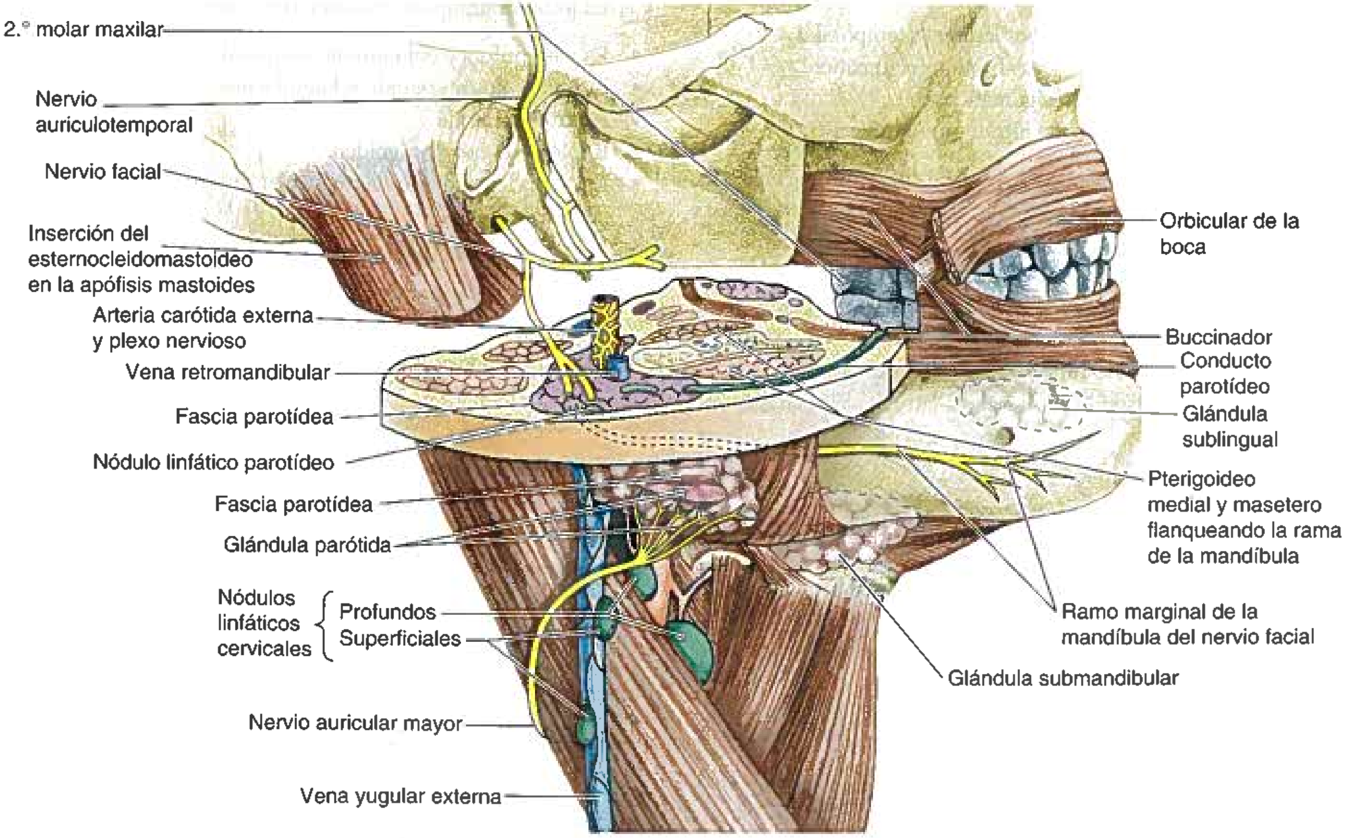

2.º molar maxilar
Nervio auriculotemporal
Nervio facial
Inserción del esternocleidomastoideo en la apófisis mastoides
Arteria carótida externa y plexo nervioso
Vena retromandibular
Fascia parotídea
Nódulo linfático parotídeo
Fascia parotídea
Glándula parótida
Nódulos linfáticos cervicales
Profundos
Superficiales
Nervio auricular mayor
Vena yugular externa
Orbicular de la boca
Buccinador
Conducto parotídeo
Glándula sublingual
Pterigoideo medial y masetero flanqueando la rama de la mandíbula
Ramo marginal de la mandíbula del nervio facial
Glándula submandibular

FIGURA 7-65. Relaciones de la glándula parótida. Un corte transversal a través del lecho de la glándula parótida muestra la relación de ésta con las estructuras circundantes. La glándula se encuentra profundamente entre la rama de la mandíbula, flanqueada anteriormente por los músculos de la masticación y posteriormente por la apófisis mastoides y el músculo esternocleidomastoideo. Las dimensiones del lecho parotídeo cambian con los movimientos de la mandíbula. La arteria carótida externa y el plexo periarterial, la vena retromandibular y el plexo parotídeo del nervio facial (NC VII) quedan incluidos dentro de la propia glándula. El conducto parotídeo discurre medialmente por el borde anterior del músculo masetero y atraviesa el músculo buccinador.

discurre superiormente a ella, junto a los vasos temporales superficiales. El nervio auriculotemporal y el **nervio auricular mayor,** un ramo del plexo cervical, que está compuesto por fibras de los nervios espinales C2 y C3, inervan la fascia parotídea (fig. 7-65) y la piel suprayacente.

El componente parasimpático del **nervio glosofaríngeo** (NC IX) aporta fibras secretoras presinápticas al **ganglio ótico** (fig. 7-66). Las fibras parasimpáticas postsinápticas discurren desde el ganglio a la glándula, vehiculadas por el nervio auriculotemporal. La estimulación de las fibras parasimpáticas produce una secreción salivar acuosa y ligera. Las fibras simpáticas derivan de los ganglios cervicales a través del **plexo nervioso carotídeo externo,** sobre la arteria carótida externa (fig. 7-65). La actividad vasomotora de estas fibras puede reducir la secreción de la glándula. Las fibras nerviosas sensitivas llegan a la glándula a través de los nervios auricular mayor y auriculotemporal.

Región temporal

La **región temporal** es la zona de la cabeza que incluye el área lateral del cuero cabelludo y los tejidos blandos profundos que cubren la fosa temporal del cráneo, superiormente al arco cigomático (figs. 7-14 y 7-67A, *recuadro*). La **fosa temporal,** ocupada principalmente por la porción superior del *músculo temporal*, está limitada (figs. 7-1A y 7-67A):

- Posterior y superiormente, por las líneas temporales.
- Anteriormente, por los huesos frontal y cigomático.
- Lateralmente, por el arco cigomático.
- Inferiormente, por la cresta infratemporal (fig. 7-67B).

El *suelo de la fosa temporal* está constituido por partes de los cuatro huesos que forman el *pterión*: frontal, parietal, temporal y ala mayor del esfenoides. El *músculo temporal,* en forma de abanico, se origina en el suelo óseo y la **fascia temporal** suprayacente (fig. 7-68), que constituye el *techo de la fosa temporal*. Esta potente fascia cubre el músculo temporal y se inserta superiormente en la *línea temporal superior*. Inferiormente, la fascia se desdobla en dos capas, que se insertan en las caras lateral y medial del arco cigomático. Además, la fascia temporal se fija superiormente en el arco cigomático. Cuando el potente músculo masetero, que se inserta en el borde inferior del arco, se contrae y ejerce una fuerte tracción hacia abajo sobre el arco cigomático, la fascia temporal aporta resistencia.

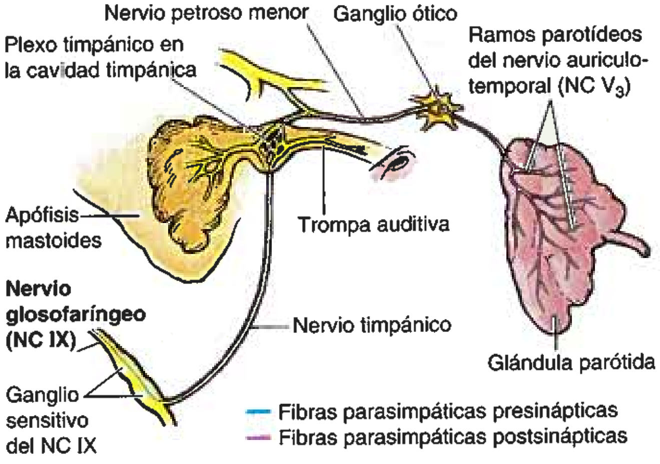

Nervio petroso menor
Ganglio ótico
Plexo timpánico en la cavidad timpánica
Ramos parotídeos del nervio auriculotemporal (NC V_3)
Apófisis mastoides
Trompa auditiva
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Nervio timpánico
Glándula parótida
Ganglio sensitivo del NC IX
— Fibras parasimpáticas presinápticas
— Fibras parasimpáticas postsinápticas

FIGURA 7-66. **Inervación de la glándula parótida.**

Fosa infratemporal

La **fosa infratemporal** es un espacio de forma irregular situado profunda e inferiormente al arco cigomático, profundamente a la rama de la mandíbula y posteriormente al maxilar (fig. 7-67B). Comunica con la fosa temporal a través del espacio entre el (profundamente al) arco cigomático y (superficialmente a) los huesos del cráneo.

Los límites de la fosa infratemporal son (fig. 7-67):

- Lateralmente, la rama de la mandíbula.
- Medialmente, la lámina lateral de la apófisis pterigoide.
- Anteriormente, la cara posterior del maxilar.
- Posteriormente, la placa timpánica y las apófisis mastoides y estiloides del hueso temporal.
- Superiormente, la cara inferior (infratemporal) del ala mayor del esfenoides.
- Inferiormente, el punto de inserción del músculo pterigoideo medial en la mandíbula, cerca de su ángulo.

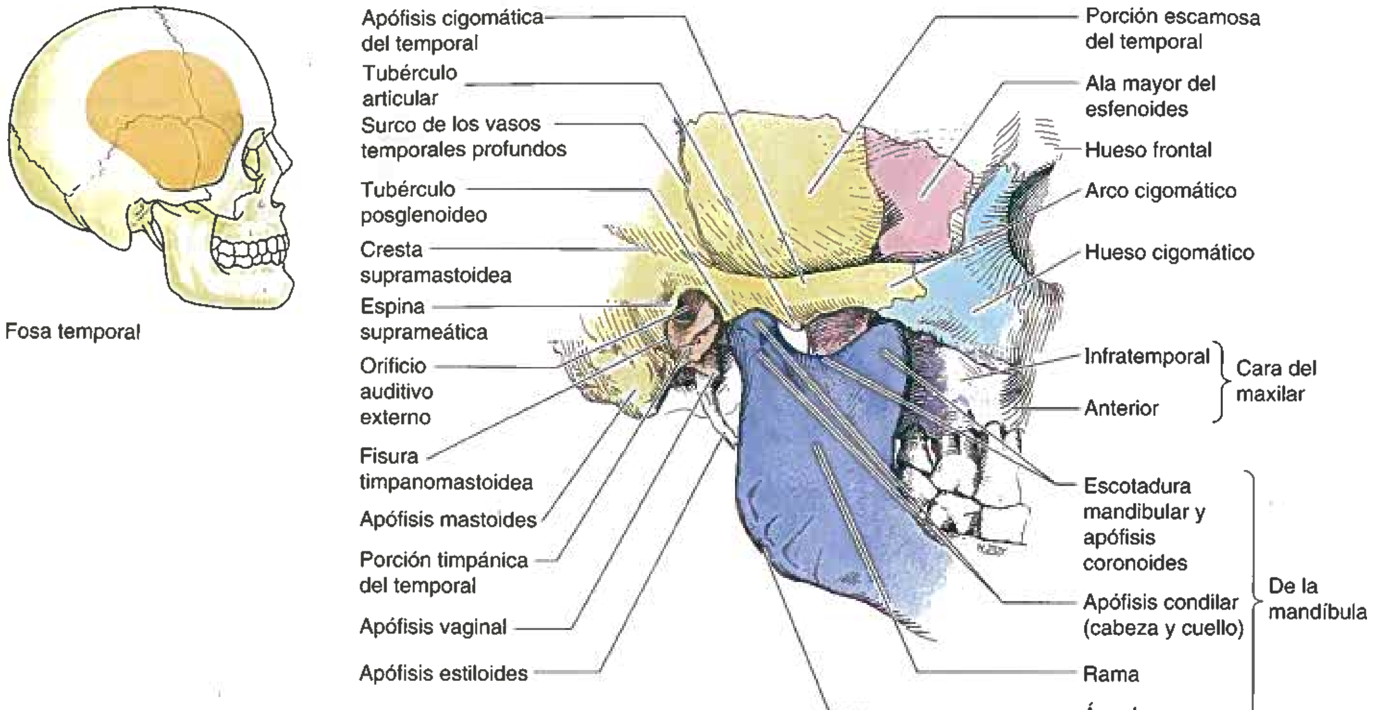
La fosa infratemporal contiene (fig. 7-68):

- La parte inferior del músculo temporal.
- Los músculos pterigoideos lateral y medial.
- La arteria maxilar.
- El plexo venoso pterigoideo.
- Los nervios mandibular, alveolar inferior, lingual, bucal y cuerda del tímpano.
- El ganglio ótico.

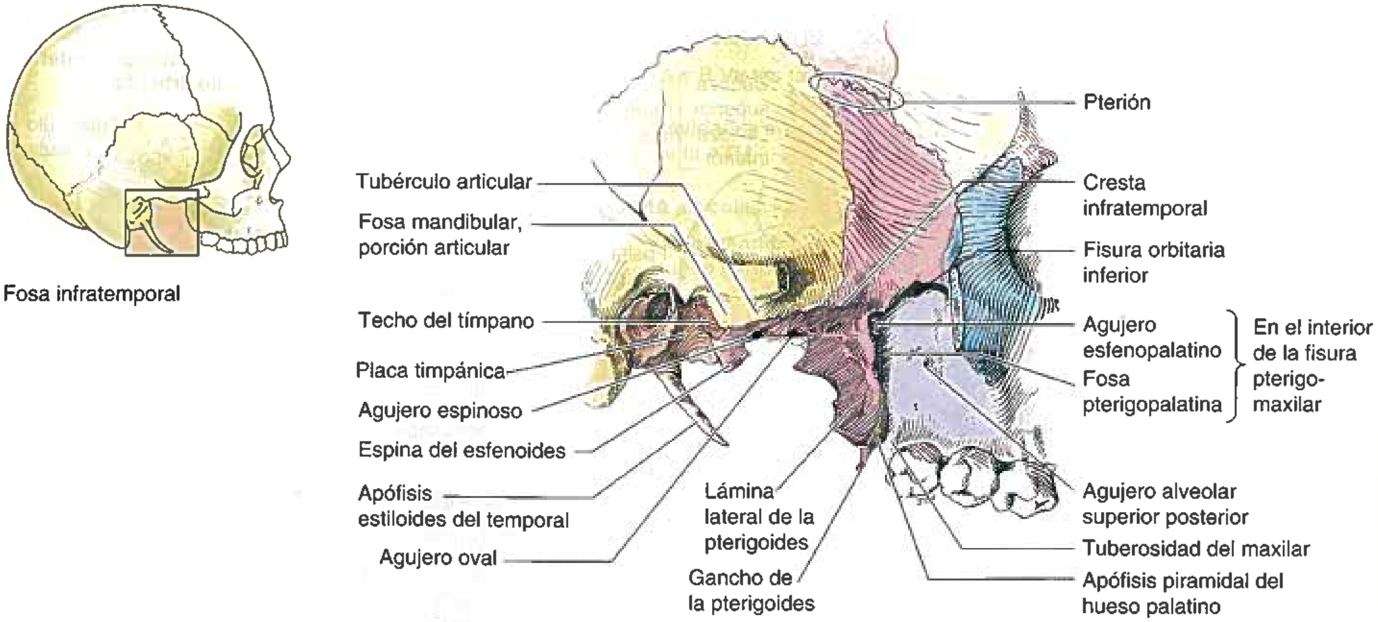
Las regiones parotídea y temporal y la fosa infratemporal incluyen en conjunto la *articulación temporomandibular* y los *músculos de la masticación* que producen sus movimientos.

ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

La **articulación temporomandibular** es una articulación sinovial de tipo gínglimo modificada, que permite los movimientos de deslizamiento (traslación) y un pequeño grado de rotación (giro), además de los movimientos de flexión (elevación) y extensión (descenso) que son típicos de los gínglimos. Las superficies articulares óseas que intervienen son la *fosa mandibular* y el *tubérculo articular del hueso temporal* superiormente, y la *cabeza de la mandíbula* inferiormente (figs. 7-9B y 7-69A-D). La *membrana fibrosa laxa de la cápsula articular* se une a los bordes del cartílago articular sobre el hueso temporal y en torno al cuello de la mandíbula (figs. 7-69E y 7-70A y C). Las dos superficies articulares óseas se hallan completamente separadas por un fibrocartílago interpuesto, el **disco articular,** unido en su periferia a la cara interna de la cápsula fibrosa. Ello crea dos compartimentos o **cavidades articulares, superior** e **inferior**, separadas y revestidas por las **membranas sinoviales superior** e **inferior** (figs. 7-69A y B, y 7-70B y C).


Fosa temporal
Apófisis cigomática del temporal
Tubérculo articular
Surco de los vasos temporales profundos
Tubérculo posglenoideo
Cresta supramastoidea
Espina suprameática
Orificio auditivo externo
Fisura timpanomastoidea
Apófisis mastoides
Porción timpánica del temporal
Apófisis vaginal
Apófisis estiloides
Porción escamosa del temporal
Ala mayor del esfenoides
Hueso frontal
Arco cigomático
Hueso cigomático
Infratemporal
Anterior
Cara del maxilar
Escotadura mandibular y apófisis coronoides
Apófisis condilar (cabeza y cuello)
Rama
Ángulo
De la mandíbula

(A) Vista lateral


Fosa infratemporal
Tubérculo articular
Fosa mandibular, porción articular
Techo del tímpano
Placa timpánica
Agujero espinoso
Espina del esfenoides
Apófisis estiloides del temporal
Agujero oval
Lámina lateral de la pterigoides
Gancho de la pterigoides
Pterión
Cresta infratemporal
Fisura orbitaria inferior
Agujero esfenopalatino
Fosa pterigopalatina
En el interior de la fisura pterigomaxilar
Agujero alveolar superior posterior
Tuberosidad del maxilar
Apófisis piramidal del hueso palatino

(B) Vista lateral (después de extirpar el arco cigomático y la rama de la mandíbula)

FIGURA 7-67. Límites óseos de las fosas temporal e infratemporal. A. La pared lateral de la fosa infratemporal está formada por la rama de la mandíbula. El espacio es profundo con respecto al arco cigomático, y es atravesado por el músculo temporal y nervios y vasos temporales profundos. A través de este intervalo, la fosa temporal se comunica inferiormente con la fosa infratemporal. **B.** Techo y tres paredes de la fosa infratemporal. La fosa es un espacio de forma irregular que se encuentra posterior al maxilar (pared anterior). El techo de la fosa está formado por la cara infratemporal del ala mayor del esfenoides. La pared medial la forma la lámina lateral de la pterigoides, y la pared posterior está formada por la placa timpánica, la apófisis estiloides y la apófisis mastoides del hueso temporal. La fosa infratemporal se comunica con la fosa pterigopalatina a través de la fisura pterigomaxilar.

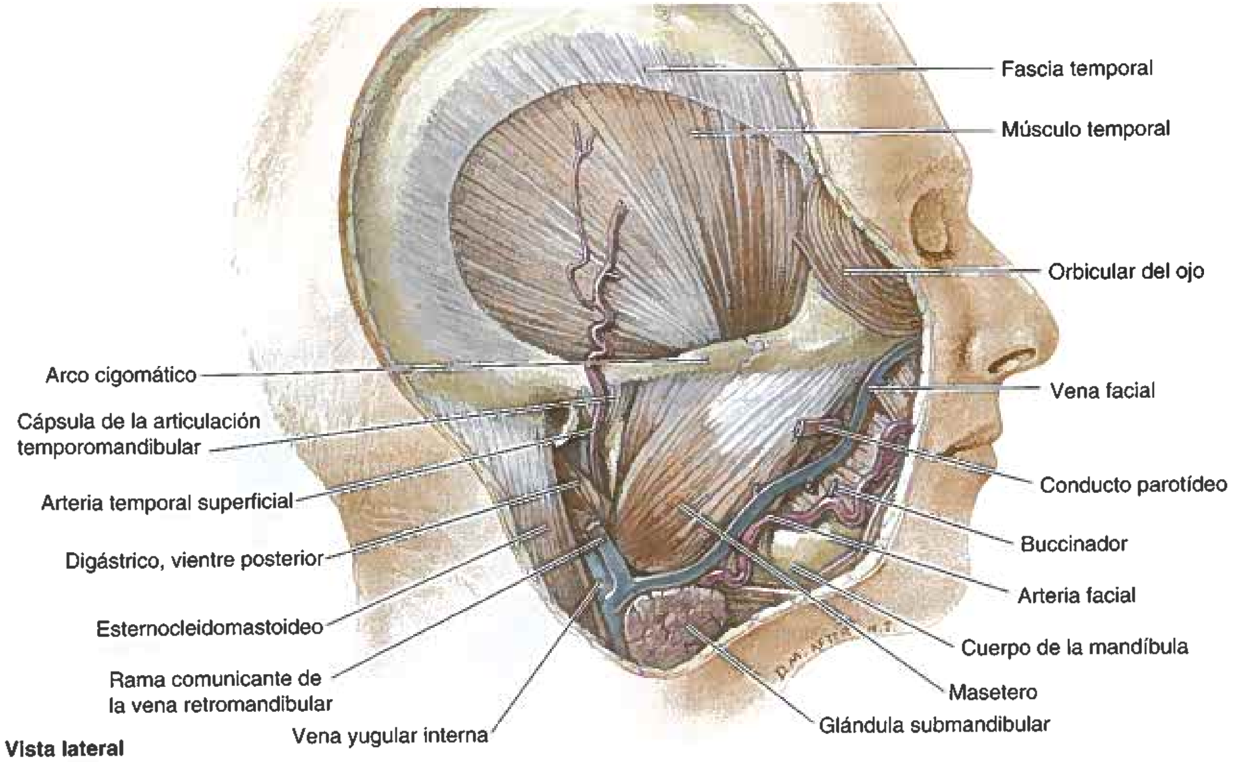
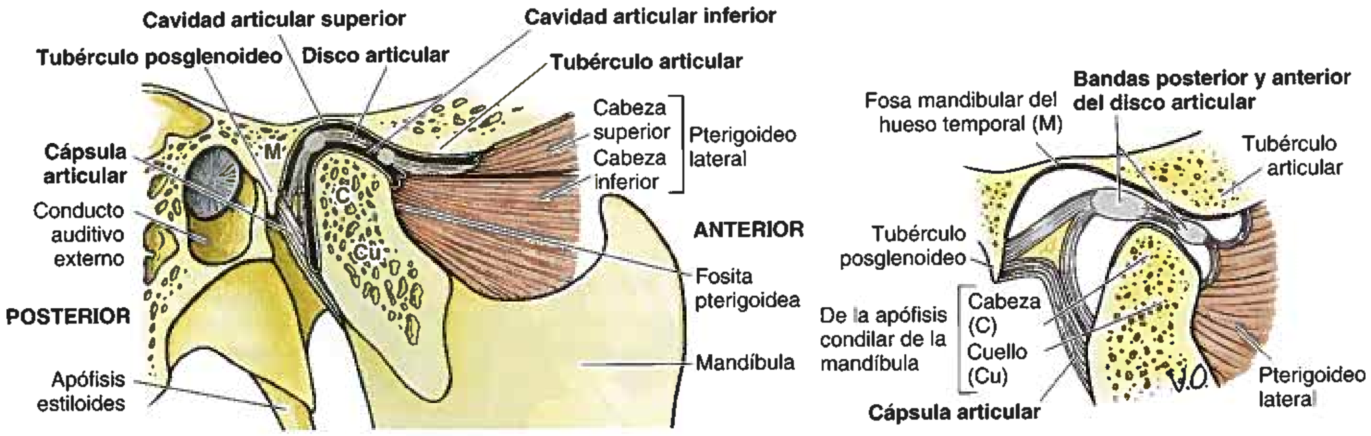
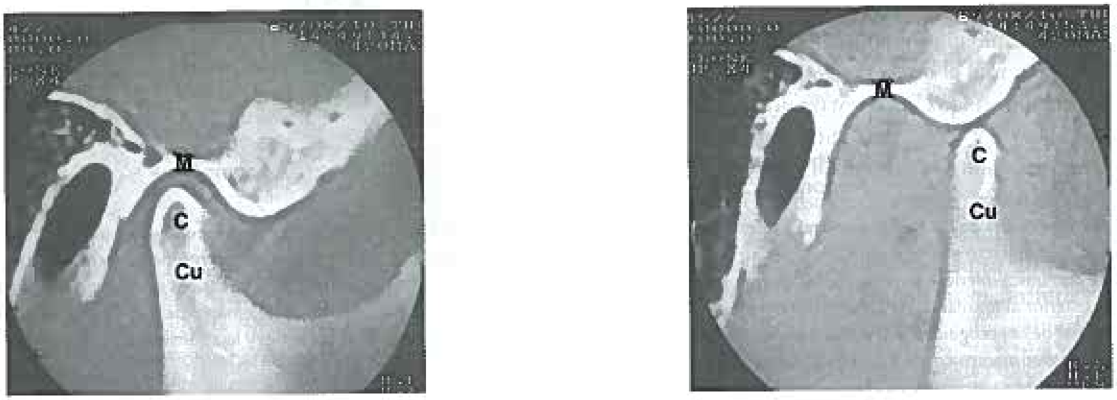

Fascia temporal
Músculo temporal
Orbicular del ojo
Arco cigomático
Cápsula de la articulación temporomandibular
Vena facial
Arteria temporal superficial
Conducto parotídeo
Digástrico, vientre posterior
Buccinador
Arteria facial
Esternocleidomastoideo
Cuerpo de la mandíbula
Rama comunicante de la vena retromandibular
Masetero
Vena yugular interna
Glándula submandibular
Vista lateral

FIGURA 7-68. Disección de las regiones temporal e infratemporal. En esta disección superficial de los grandes músculos del lado del cráneo se han extirpado la glándula parótida y la fascia temporal. Los músculos temporal y masetero están inervados por el nervio trigémino (NC V), y ambos cierran la mandíbula. La arteria facial discurre en profundidad con respecto a la glándula submandibular, mientras que la vena facial pasa superficial a ésta.


Cavidad articular superior
Cavidad articular inferior
Tubérculo posglenoideo
Disco articular
Tubérculo articular
Cápsula articular
M
Cabeza superior
Cabeza inferior
Pterigoideo lateral
C
Conducto auditivo externo
Cu
ANTERIOR
Fosita pterigoidea
POSTERIOR
Mandíbula
Apófisis estiloides
Bandas posterior y anterior del disco articular
Fosa mandibular del hueso temporal (M)
Tubérculo articular
Tubérculo posglenoideo
De la apófisis condilar de la mandíbula
Cabeza (C)
Cuello (Cu)
Pterigoideo lateral
Cápsula articular

(A) Boca cerrada, sección sagital

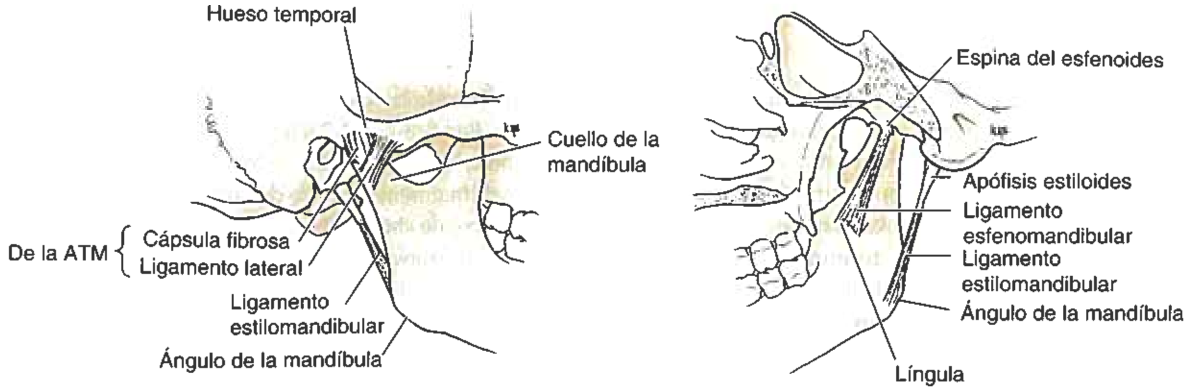
(B) Boca abierta, sección sagital



(C) TC sagital, boca cerrada

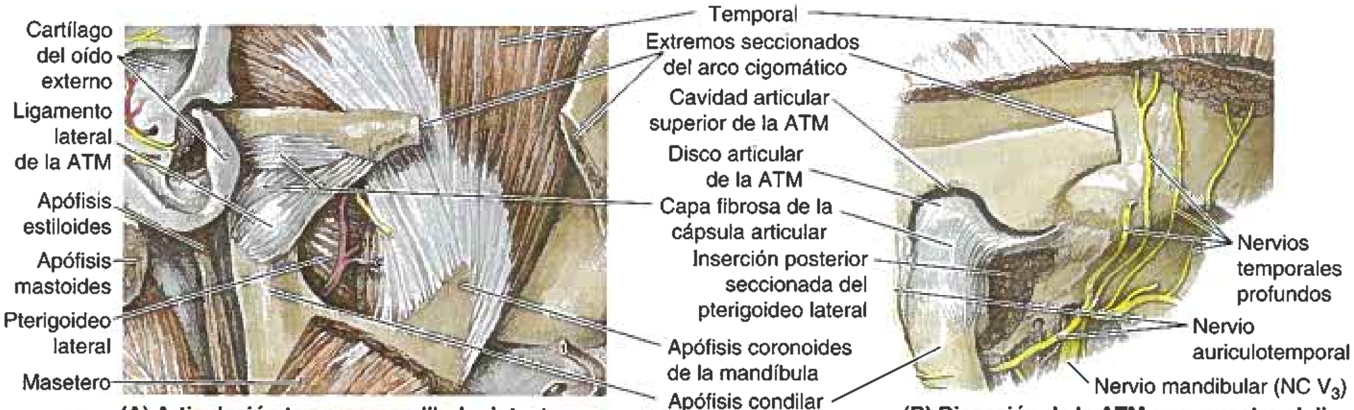
(D) TC sagital, boca muy abierta

FIGURA 7-69. Articulación temporomandibular. A a D. Imagen anatómica y TC de la articulación temporomandibular en las posiciones con la boca abierta y cerrada *(continúa)*.


Hueso temporal
Cuello de la mandíbula
De la ATM
Cápsula fibrosa
Ligamento lateral
Ligamento estilomandibular
Ángulo de la mandíbula
Espina del esfenoides
Apófisis estiloides
Ligamento esfenomandibular
Ligamento estilomandibular
Ángulo de la mandíbula
Língula

(E) Vista lateral **(F) Vista medial**

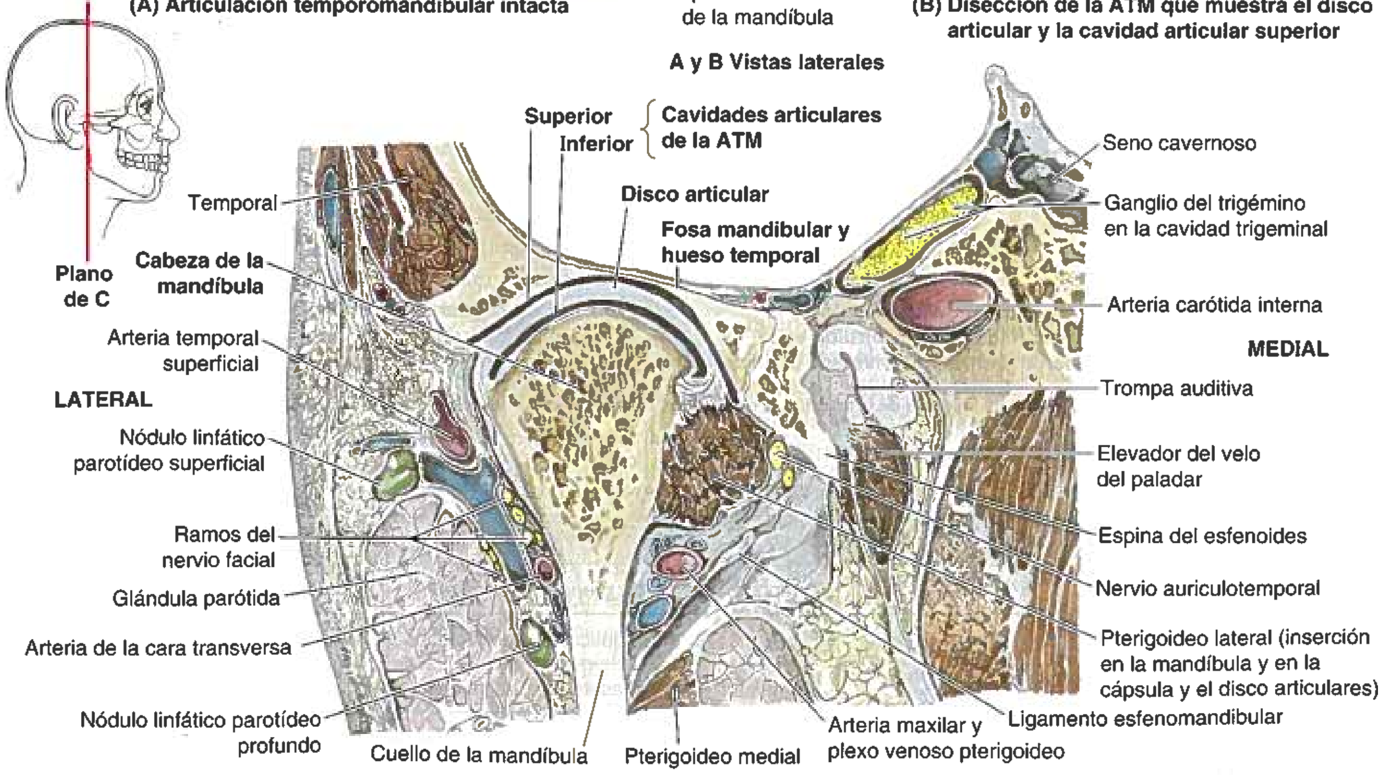
FIGURA 7-69. *(Continuación).* **E** y **F.** Articulación temporomandibular (ATM) y ligamentos extrínsecos estilomandibular y esfenomandibular. El ligamento esfenomandibular lleva pasivamente el peso de la parte inferior de la mandíbula y es el «punto oscilante» de la mandíbula, que permite su protrusión y retrusión, así como la elevación y el descenso.


Cartílago del oído externo
Ligamento lateral de la ATM
Apófisis estiloides
Apófisis mastoides
Pterigoideo lateral
Masetero
Temporal
Extremos seccionados del arco cigomático
Cavidad articular superior de la ATM
Disco articular de la ATM
Capa fibrosa de la cápsula articular
Inserción posterior seccionada del pterigoideo lateral
Apófisis coronoides de la mandíbula
Apófisis condilar de la mandíbula
Nervios temporales profundos
Nervio auriculotemporal
Nervio mandibular (NC V_3)

(A) Articulación temporomandibular intacta

(B) Disección de la ATM que muestra el disco articular y la cavidad articular superior

A y B Vistas laterales


Plano de C
Superior
Inferior
Cavidades articulares de la ATM
Seno cavernoso
Temporal
Disco articular
Ganglio del trigémino en la cavidad trigeminal
Fosa mandibular y hueso temporal
Cabeza de la mandíbula
Arteria carótida interna
Arteria temporal superficial
MEDIAL
LATERAL
Trompa auditiva
Nódulo linfático parotídeo superficial
Elevador del velo del paladar
Ramos del nervio facial
Espina del esfenoides
Glándula parótida
Nervio auriculotemporal
Arteria de la cara transversa
Pterigoideo lateral (inserción en la mandíbula y en la cápsula y el disco articulares)
Nódulo linfático parotídeo profundo
Ligamento esfenomandibular
Arteria maxilar y plexo venoso pterigoideo
Cuello de la mandíbula
Pterigoideo medial

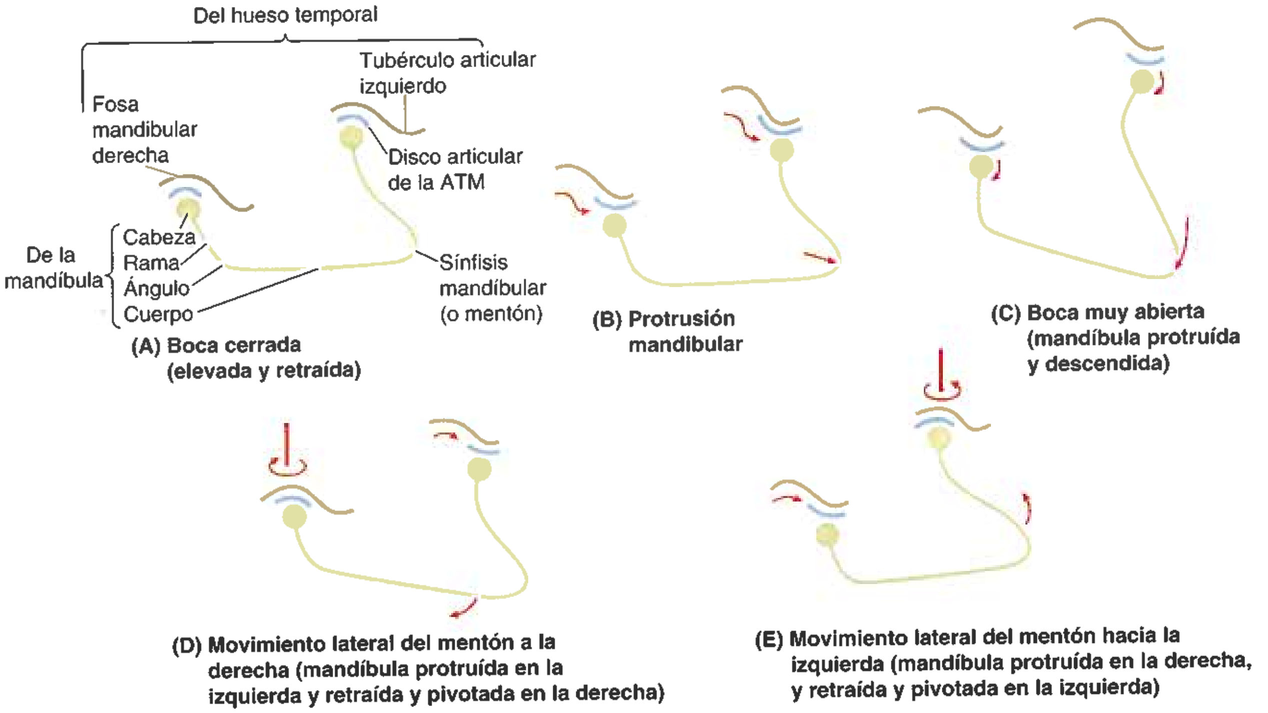
(C) Vista anterior de la sección frontal a través de la apófisis condilar de la mandíbula

FIGURA 7-70. Disecciones y secciones frontales de la articulación temporomandibular (ATM). A. La membrana fibrosa de la cápsula articular está engrosada para formar el ligamento lateral de la articulación temporomandibular, que junto con el tubérculo posglenoideo evita el desplazamiento posterior excesivo de la cabeza mandibular. **B.** Se ha extirpado la parte superior de la cápsula y se muestra el compartimiento superior de la articulación temporomandibular entre la fosa mandibular y el disco articular. El nervio auriculotemporal proporciona ramos articulares a la articulación. **C.** Sección frontal de la articulación temporomandibular derecha que muestra el disco articular que divide la cavidad articular en compartimentos superior e inferior.

Los movimientos deslizantes de protrusión y retrusión (traslación) ocurren entre el hueso temporal y el disco articular (cavidad superior); los movimientos del gínglimo (descenso y elevación) y los de rotación o giro se producen en el compartimiento inferior. Una parte más gruesa de la cápsula articular forma el **ligamento lateral** intrínseco de la **articulación temporomandibular** (figs. 7-69E y 7-70A), que fortalece la articulación lateralmente, y junto con el **tubérculo posglenoideo** (fig. 7-69A) actúan para evitar la luxación posterior de la articulación.

Dos ligamentos extrínsecos y el ligamento lateral conectan la mandíbula con el cráneo. El **ligamento estilomandibular,** en realidad un engrosamiento de la cápsula fibrosa de la glándula parótida, discurre desde la apófisis estiloides al ángulo de la mandíbula (fig. 7-69E y F), sin contribuir significativamente a la fortaleza de la articulación. El **ligamento esfenomandibular** discurre desde la espina del esfenoides hasta la língula de la mandíbula (figs. 7-69F y 7-70C). Es el principal soporte pasivo de la mandíbula, aunque el tono de los músculos de la masticación sostiene habitualmente el peso de la mandíbula. Sin embargo, el ligamento sirve de «bisagra oscilante» para la mandíbula, al actuar como punto de apoyo y ligamento de contención para los movimientos de la mandíbula en la articulación temporomandibular.

Los movimientos de la mandíbula en la articulación temporomandibular se muestran en la figura 7-71, y los músculos (o las fuerzas) que producen dichos movimientos se resumen en la tabla 7-10. Con la boca cerrada y en reposo, las cabezas de la mandíbula se mantienen en posición retraída en las fosas mandibulares, y el mentón se eleva por el tono de los retractores y elevadores de la mandíbula (figs. 7-69A y C, 7-70B y C, y 7-71A). Durante el sueño en posición supina o sentada (con la cabeza erguida), al caer en un


Del hueso temporal
Tubérculo articular izquierdo
Fosa mandibular derecha
Disco articular de la ATM
De la mandíbula
Cabeza
Rama
Ángulo
Cuerpo
Sínfisis mandibular (o mentón)

(A) Boca cerrada (elevada y retraída)

(B) Protrusión mandibular

(C) Boca muy abierta (mandíbula protruída y descendida)

(D) Movimiento lateral del mentón a la derecha (mandíbula protruída en la izquierda y retraída y pivotada en la derecha)

(E) Movimiento lateral del mentón hacia la izquierda (mandíbula protruída en la derecha, y retraída y pivotada en la izquierda)

FIGURA 7-71. Movimientos de la mandíbula producidos en las articulaciones temporomandibulares (ATM).

TABLA 7-10. MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Movimientos de la mandíbula	Músculos
Elevación (cerrar la boca)	Temporal, masetero y pterigoideo medial
Descenso (abrir la boca)	Pterigoideo lateral y músculos suprahioideos e infrahioideos[a]
Protrusión del mentón	Pterigoideo lateral, masetero y pterigoideo medial[b]
Retrusión del mentón	Temporal (fibras oblicuas posteriores y casi horizontales) y masetero
Movimientos laterales (molturación y masticación)	Temporal del mismo lado, pterigoideos del lado opuesto y masetero

[a] Normalmente, el motor principal es la gravedad; estos músculos son activos principalmente contra resistencia.

[b] El pterigoideo lateral es aquí el motor principal, mientras que el masetero y el pterigoideo medial desempeñan una función secundaria.

estado de sueño profundo, la contracción tónica se relaja y la fuerza de la gravedad deprime la mandíbula (se abre la boca).

Para permitir que ocurra un cierto grado de descenso de la mandíbula, es decir, al abrir la boca más de lo que es necesario para separar ambas arcadas dentales, la cabeza de la mandíbula y el disco articular se han de mover anteriormente sobre la superficie articular, hasta que la cabeza se sitúe inferiormente al tubérculo articular (movimiento que en odontología se denomina «traslación») (fig. 7-71B). Si ello ocurre sin descenso, el mentón protruye. Más a menudo, la mandíbula desciende (la boca se abre) cuando la cabeza de la mandíbula y el disco articular se deslizan hacia el tubérculo articular, y el descenso completo sólo es posible cuando las cabezas y los discos se hallan totalmente protraídos (figs. 7-69B y D, y 7-71C). Si la protracción de la cabeza y el disco ocurre unilateralmente, la cabeza contralateral rota sobre la cara inferior del disco articular en la posición retraída, lo que permite unos movimientos simples de masticación de lado a lado o aplastamiento, dentro de unos estrechos límites (fig. 7-71D y E). Durante la protrusión y retrusión de la mandíbula, la cabeza y el disco articular se deslizan anterior y posteriormente sobre la superficie articular del hueso temporal, con movimientos conjuntos bilaterales (fig. 7-71A y B).

MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN

Los movimientos de la articulación temporomandibular se deben principalmente a los **músculos de la masticación.** Estos cuatro músculos (**temporal, masetero** y **pterigoideos medial** y **lateral**) se desarrollan a partir del mesodermo del primer arco faríngeo embrionario; por consiguiente, todos ellos reciben inervación por parte del nervio de dicho arco, el *nervio mandibular (motor de la mandíbula)* (NC V_3). Los músculos de la masticación se muestran aisladamente en la figura 7-72, e *in situ* en las figuras 7-68 y 7-74; sus inserciones, los detalles con respecto a su inervación y sus principales acciones se describen en la tabla 7-11. Además de los movimientos mencionados, algunos estudios indican que la cabeza superior del músculo pterigoideo lateral desempeña un papel activo durante el movimiento de retracción producido por las fibras posteriores del músculo temporal. Tracciona del disco articular, de modo que no queda empujado posteriormente por delante de la mandíbula retraída.

En general, el descenso de la mandíbula se produce por la fuerza de la gravedad. Los *músculos suprahioideos* e *infrahioideos* son músculos semejantes a cintas a ambos lados del cuello (fig. 7-72E), y sus acciones principales son elevar y descender el hueso hioides y la laringe, respectivamente; por ejemplo, durante la deglución (v. cap. 8). También pueden ayudar indirectamente a descender la mandíbula, sobre todo al abrir la boca bruscamente, o bien contra resistencia o al hacer el pino. El músculo platisma también puede actuar de un modo similar.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN DE LA FOSA INFRATEMPORAL

La **arteria maxilar** es la mayor de las dos ramas terminales de la arteria carótida externa. Se origina posteriormente al cuello de la mandíbula y se divide en tres porciones, según su relación con el músculo pterigoideo lateral. Las tres porciones de la arteria maxilar y sus ramas se ilustran por separado en la figura 7-73, y su curso y distribución se detallan en la tabla 7-12. Las relaciones de la arteria maxilar y muchas de sus ramas se exponen en la figura 7-74.

El **plexo venoso pterigoideo** se localiza en parte entre los músculos temporal y pterigoideos (fig. 7-25). Es el equivalente venoso de la mayor parte de la arteria maxilar; es decir, la mayoría de las venas que acompañan a las ramas de la arteria maxilar drenan en el plexo. El plexo se anastomosa anteriormente con la vena facial, por vía de la vena facial profunda, y superiormente con el seno cavernoso, por vía de venas emisarias. El carácter extenso y el volumen del plexo son difíciles de apreciar en el cadáver, donde habitualmente se halla exangüe.

El **nervio mandibular** surge del ganglio del trigémino en la fosa craneal media. Inmediatamente después recibe la raíz motora del nervio trigémino y desciende a través del agujero oval hasta la fosa infratemporal (fig. 7-75). Los ramos del NC V_3 son los nervios auriculotemporal, alveolar inferior, lingual y bucal. Otros ramos del NC V_3 inervan además los cuatro músculos de la masticación, excepto el buccinador, inervado por el nervio facial.

El **nervio auriculotemporal** rodea la arteria meníngea media y se divide en numerosos ramos, de los cuales el mayor discurre posteriormente, medial al cuello de la mandíbula, y aporta fibras sensitivas a la oreja y la región temporal. El nervio auriculotemporal aporta también fibras sensitivas articulares a la articulación temporomandibular, y fibras secretomotoras parasimpáticas postsinápticas desde el *ganglio ótico* hasta la glándula parótida.

El **nervio alveolar inferior** penetra en el agujero mandibular, corre por el conducto mandibular y forma el *plexo dental inferior*, que envía ramos a todos los dientes mandibulares del lado correspondiente. Otro ramo del plexo, el *nervio mentoniano*, sale por el agujero mentoniano e inerva la piel y la mucosa del labio inferior, la piel del mentón y las encías vestibulares de los dientes incisivos mandibulares.

El **nervio lingual** está situado anteriormente al nervio alveolar inferior (fig. 7-74). Es sensitivo para los dos tercios anteriores de la lengua, el suelo de la boca y las encías linguales. Penetra en la boca entre el músculo pterigoideo medial y la rama de la mandíbula, y pasa anteriormente por debajo de la mucosa bucal, inmediatamente inferior al 3.^{er} diente molar. La **cuerda del tímpano,** ramo del NC VII, lleva fibras gustativas desde los dos tercios anteriores de la lengua y se une al nervio lingual en la fosa infratemporal (fig. 7-74B). La cuerda del tímpano también lleva fibras secretomotoras para las glándulas salivares submandibular y sublingual.

El **ganglio ótico** (parasimpático) se localiza en la fosa infratemporal, inmediatamente inferior al agujero oval, medial al NC V_3 y posterior al músculo pterigoideo medial (fig. 7-75). Fibras parasimpáticas presinápticas, derivadas principalmente del nervio glosofaríngeo, hacen sinapsis en el ganglio ótico (fig. 7-66). Fibras parasimpáticas postsinápticas, secretoras para la glándula parótida, discurren desde el ganglio ótico hasta dicha glándula, a través del nervio auriculotemporal.

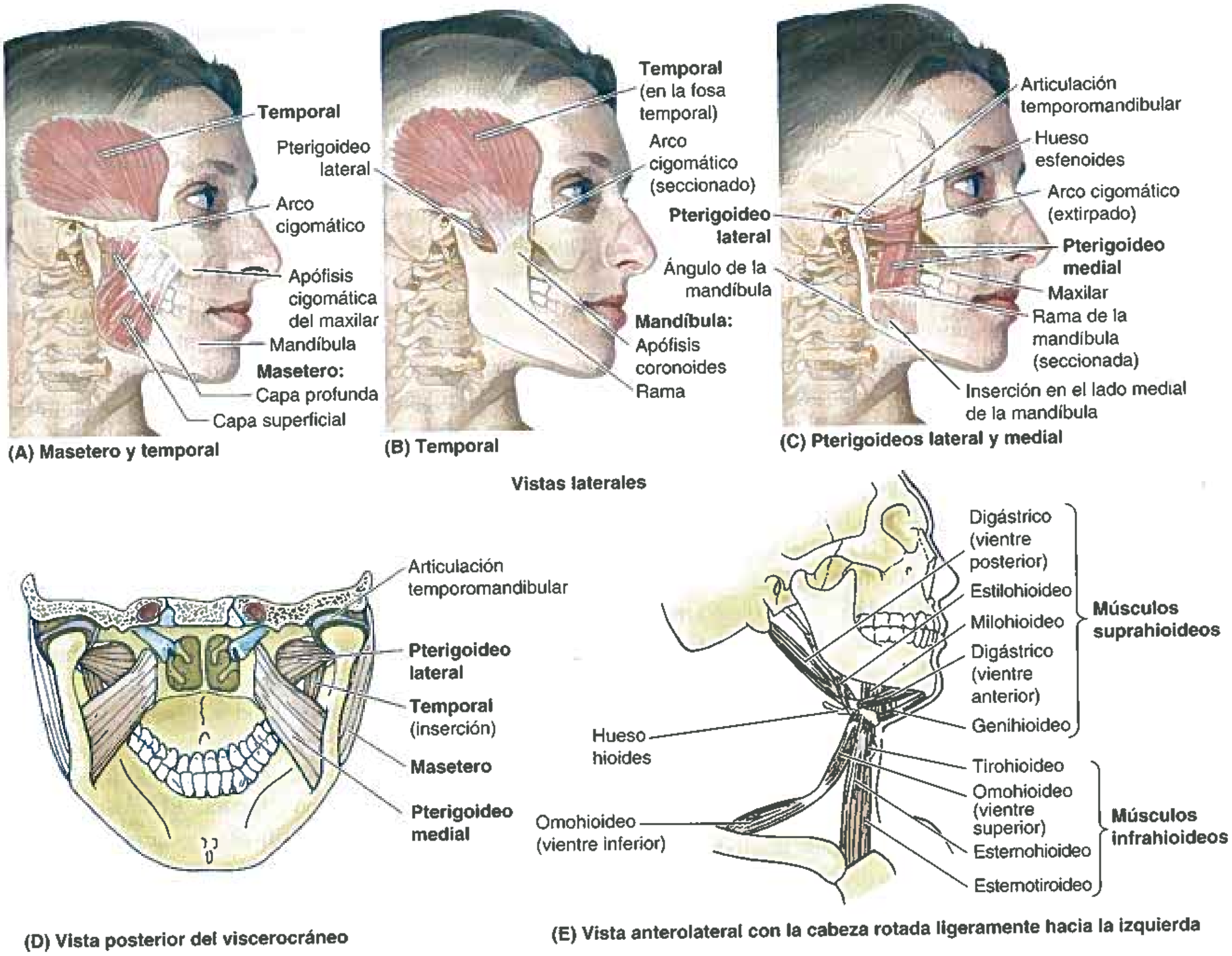

Temporal
Pterigoideo lateral
Arco cigomático
Apófisis cigomática del maxilar
Mandíbula
Masetero:
Capa profunda
Capa superficial
(A) Masetero y temporal
Temporal (en la fosa temporal)
Arco cigomático (seccionado)
Pterigoideo lateral
Ángulo de la mandíbula
Mandíbula:
Apófisis coronoides
Rama
(B) Temporal
Articulación temporomandibular
Hueso esfenoides
Arco cigomático (extirpado)
Pterigoideo medial
Maxilar
Rama de la mandíbula (seccionada)
Inserción en el lado medial de la mandíbula
(C) Pterigoideos lateral y medial
Vistas laterales
Articulación temporomandibular
Pterigoideo lateral
Temporal (inserción)
Masetero
Pterigoideo medial
(D) Vista posterior del viscerocráneo
Digástrico (vientre posterior)
Estilohioideo
Milohioideo
Digástrico (vientre anterior)
Genihioideo
Músculos suprahioideos
Hueso hioides
Tirohioideo
Omohioideo (vientre superior)
Esternohioideo
Esternotiroideo
Músculos infrahioideos
Omohioideo (vientre inferior)
(E) Vista anterolateral con la cabeza rotada ligeramente hacia la izquierda

FIGURA 7-72. Músculos que actúan sobre la mandíbula/articulación temporomandibular.

TABLA 7-11. MÚSCULOS QUE ACTÚAN SOBRE LA MANDÍBULA/ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Músculo(s)	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación		Acción sobre la mandíbula
Músculos de la masticación					
Temporal	Músculo triangular con amplia inserción en el suelo de la fosa temporal y la cara profunda de la fascia temporal	Inserción estrecha en la punta y la cara medial de la apófisis coronoides y el borde anterior de la rama de la mandíbula	Tronco anterior del nervio mandibular (NC V_3)	A través de los ramos temporales profundos	Eleva la mandíbula y la cierra; las fibras posteriores, más horizontales, son las primeras que tiran hacia atrás de la mandíbula
Masetero	Músculo cuadrado que se inserta en el borde inferior y la cara medial de la apófisis maxilar del hueso cigomático y del arco cigomático	Ángulo y cara lateral de la rama de la mandíbula		A través del nervio maseterico	Eleva la mandíbula y la cierra; las fibras superficiales contribuyen de forma limitada a la protrusión de la mandíbula
Pterigoideo lateral	Músculo triangular con dos cabezas desde: *1)* la cara infratemporal y la cresta del ala mayor del esfenoides, y *2)* la cara lateral de la lámina lateral de la pterigoides	La cabeza superior se inserta principalmente en la cápsula y el disco articulares de la articulación temporomandibular; la cabeza inferior se inserta principalmente en la fosita pterigoidea de la cara anteromedial del cuello de la apófisis condilar de la mandíbula		A través del nervio pterigoideo lateral	Cuando actúan bilateralmente, protruyen la mandíbula y descienden el mentón; cuando actúan unilateralmente, mueven la mandíbula hacia el lado contralateral; la contracción unilateral alterna produce amplios movimientos laterales de masticación

TABLA 7-11. MÚSCULOS QUE ACTÚAN SOBRE LA MANDÍBULA/ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR *(Continuación)*

Músculo(s)	Inserción proximal	Inserción distal	Inervación		Acción sobre la mandíbula
Pterigoideo medial	Músculo cuadrangular con dos cabezas desde: *1)* la cara medial de la lámina lateral de la pterigoides y la apófisis piramidal del hueso palatino, y *2)* la tuberosidad del maxilar	Cara medial de la rama de la mandíbula, inferior al agujero mandibular; en esencia, una «imagen en espejo» del masetero homolateral; los dos músculos flanquean la rama	Tronco anterior del nervio mandibular (NC V_3)	A través del nervio pterigoideo medial	Actúa de forma sinérgica con el masetero para elevar la mandíbula; contribuye a la protrusión; la actividad unilateral alterna produce pequeños movimientos de molturación
Músculos suprahioideos					
Digástrico	Base del cráneo	Hueso hioides	Nervios facial y mandibular		Desciende la mandíbula contra resistencia cuando los músculos infrahioideos fijan o descienden el hueso hioides
Estilohioideo	Apófisis estiloides		Nervio facial		
Milohioideo	Parte medial del cuerpo de la mandíbula		Nervio mandibular		
Genihioideo	Parte anterior del cuerpo de la mandíbula		Nervio genihioideo (C1-2)		
Músculos infrahioideos					
Omohioideo	Escápula	Hueso hioides	Asa cervical del plexo cervical (C1-3)		Fija o desciende el hueso hioides
Esternohioideo	Manubrio del esternón				
Esternotiroideo y tirohioideo	Manubrio del esternón y cartílago tiroides				
Músculo de expresión facial					
Platisma	Tejido subcutáneo de las regiones infraclavicular y supraclavicular	Base de la mandíbula, piel de la mejilla y labio inferior, ángulo de la boca (modiolo) y orbicular de la boca	Ramo cervical del nervio facial (NC VII)		Desciende la mandíbula contra resistencia

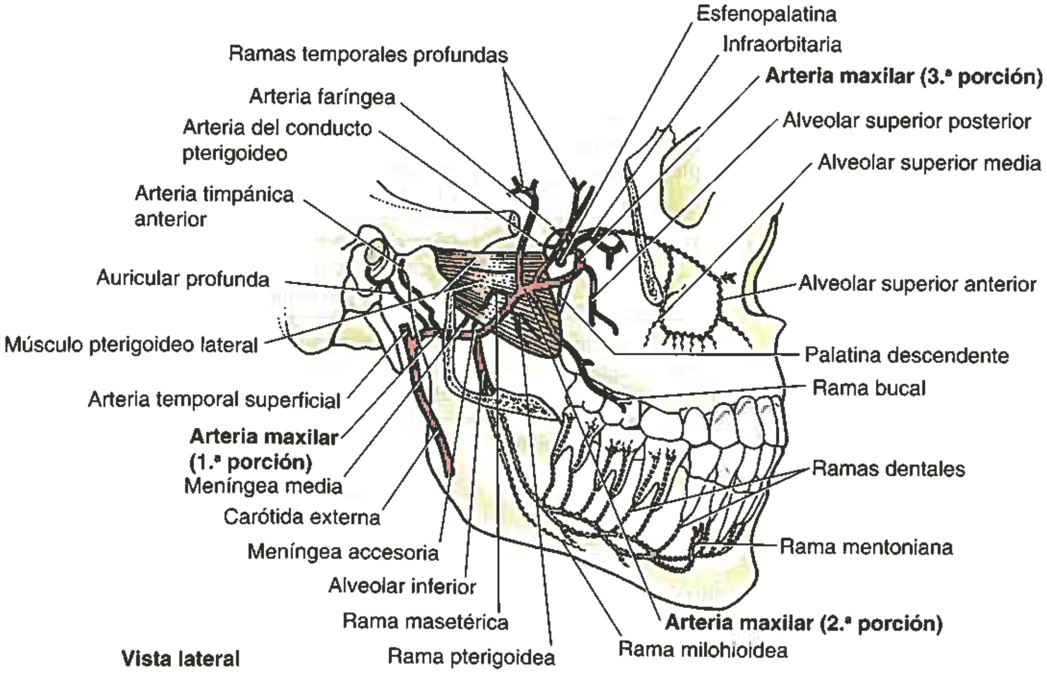
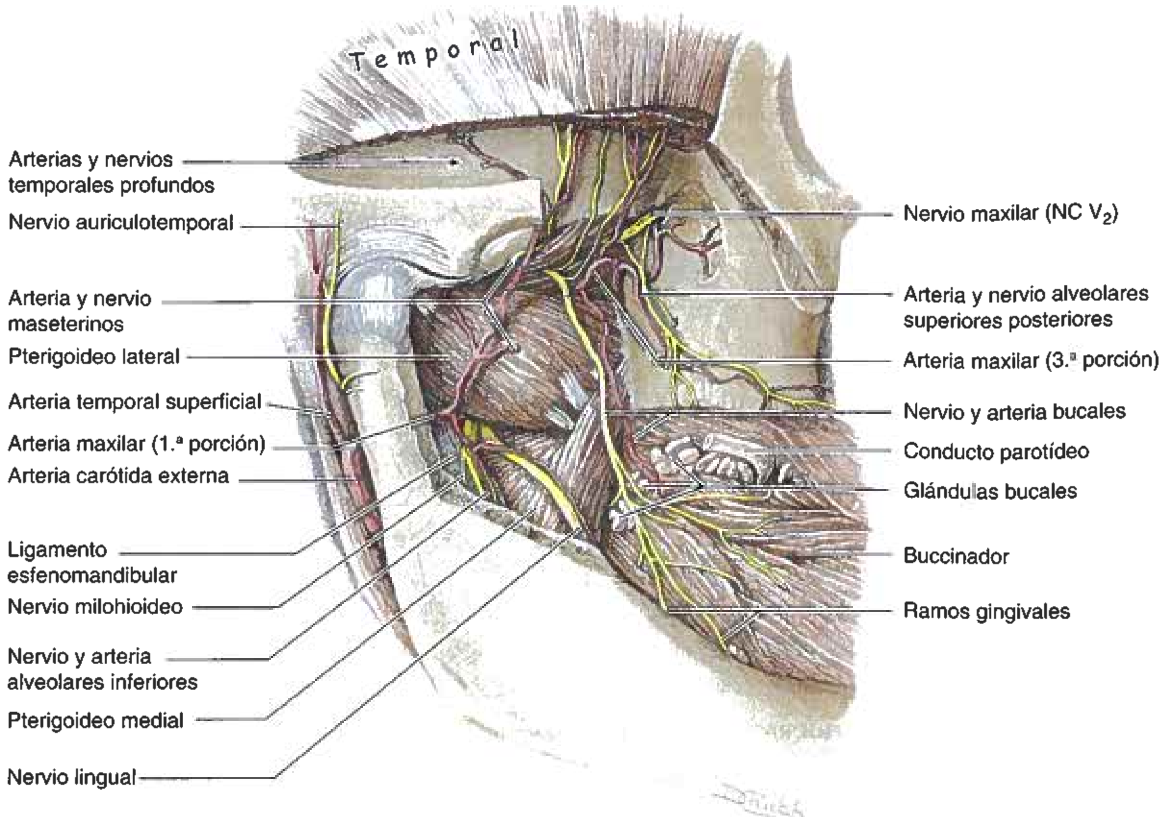

Esfenopalatina
Infraorbitaria
Ramas temporales profundas
Arteria maxilar (3.ª porción)
Arteria faríngea
Alveolar superior posterior
Arteria del conducto pterigoideo
Alveolar superior media
Arteria timpánica anterior
Auricular profunda
Alveolar superior anterior
Músculo pterigoideo lateral
Palatina descendente
Rama bucal
Arteria temporal superficial
Arteria maxilar (1.ª porción)
Ramas dentales
Meníngea media
Carótida externa
Rama mentoniana
Meníngea accesoria
Alveolar inferior
Rama masetérica
Arteria maxilar (2.ª porción)
Vista lateral
Rama pterigoidea
Rama milohioidea

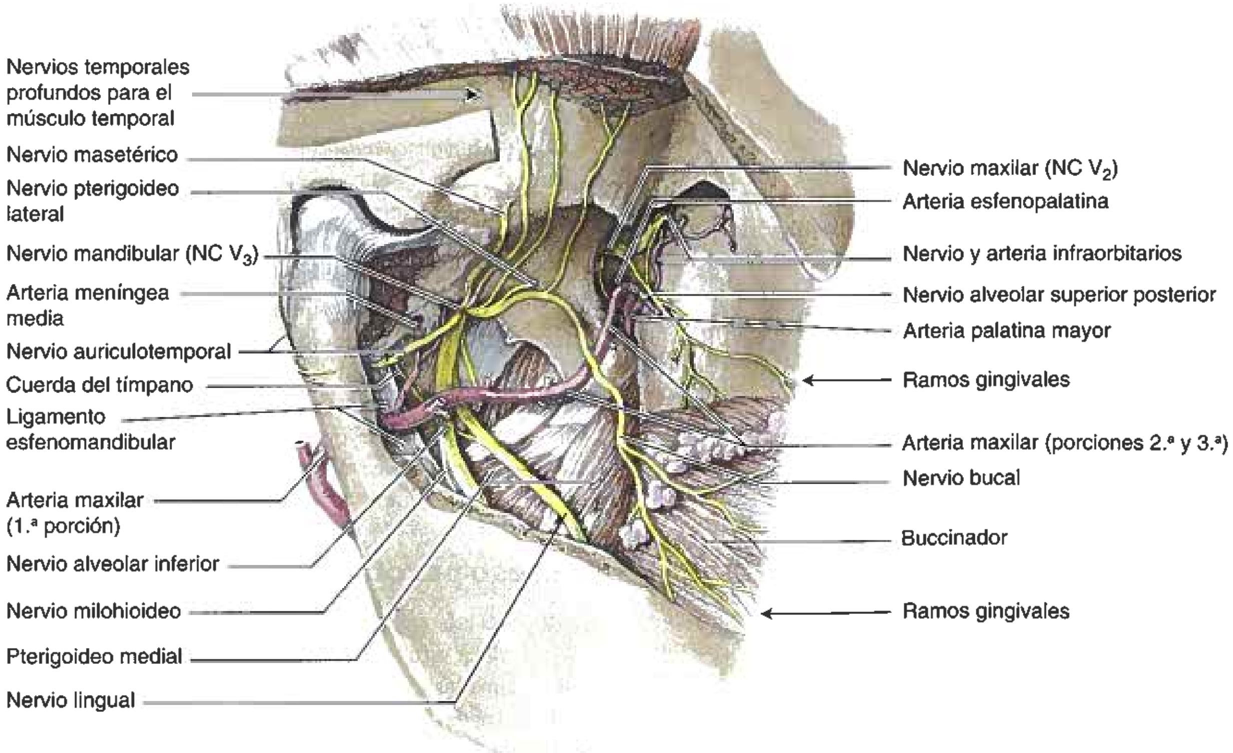
FIGURA 7-73. Porciones y ramas de la arteria maxilar.

TABLA 7-12. PORCIONES Y RAMAS DE LA ARTERIA MAXILAR

Porción	Recorrido	Ramas	Distribución
Primera (mandibular)	Proximal (posterior) al músculo pterigoideo lateral; discurre horizontalmente, profunda (medial) al cuello de la apófisis condilar de la mandíbula y lateral al ligamento estilomandibular	Arteria auricular profunda	Irriga el conducto auditivo externo, la parte externa de la membrana timpánica y la articulación temporomandibular
		Arteria timpánica anterior	Irriga la cara interna de la membrana timpánica
		Arteria meníngea media	Entra en la cavidad craneal a través del agujero espinoso para irrigar el periostio, el hueso, la médula ósea roja, la duramadre de la pared lateral y la calvaria del neurocráneo, el ganglio del trigémino, el nervio facial y el ganglio geniculado, la cavidad timpánica y el músculo tensor del tímpano
		Arteria meníngea accesoria	Entra en la cavidad craneal a través del agujero oval; su distribución es principalmente extracraneal, hacia los músculos de la fosa infratemporal, el hueso esfenoides, el nervio mandibular y el ganglio ótico
		Arteria alveolar inferior	Desciende para entrar en el conducto mandibular de este hueso a través del agujero mandibular; irriga la mandíbula, los dientes mandibulares, el mentón y el músculo milohioideo
Segunda (pterigoidea)	Adyacente (superficial o profunda) al músculo pterigoideo lateral; asciende de forma oblicua anterosuperiormente, medial al músculo temporal	Arteria maseterica	Atraviesa la escotadura mandibular, irrigando la articulación temporomandibular y el músculo masetero
		Arterias temporales profundas	Arterias anteriores y posteriores ascienden entre el músculo temporal y el hueso de la fosa temporal, irrigando principalmente músculos
		Ramas pterigoideas	De número y origen irregulares, irrigan el músculo pterigoideo
		Arteria bucal	Discurre anteroinferiormente con el nervio bucal, para irrigar el cuerpo adiposo de la mejilla, el músculo buccinador y la mucosa bucal
Tercera (pterigoidea-palatina)	Distal (anteromedial) al músculo pterigoideo lateral; discurre entre las cabezas del pterigoideo lateral y a través de la fisura pterigomaxilar hacia la fosa pterigopalatina	Arteria alveolar superior posterior	Desciende sobre la cara infratemporal del maxilar y emite ramas que atraviesan los conductos alveolares para irrigar los dientes maxilares premolares y molares, las encías adyacentes y la mucosa del seno maxilar
		Arteria infraorbitaria	Atraviesa la fisura orbitaria inferior, el surco, el conducto y el agujero infraorbitarios; irriga el oblicuo inferior y los músculos rectos, el saco lagrimal, los caninos e incisivos maxilares, la mucosa del seno maxilar y la piel de la región infraorbitaria de la cara
		Arteria del conducto pterigoideo	Pasa posteriormente a través del conducto pterigoideo; irriga la mucosa de la parte superior de la faringe, la trompa auditiva y la cavidad timpánica
		Rama faríngea	Pasa a través del conducto palatovaginal para irrigar la mucosa de la raíz de la nariz, la nasofaringe, el seno esfenoidal y la trompa auditiva
		Arteria palatina descendente	Desciende a través del conducto palatino, dividiéndose en arterias palatinas mayor y menores, que irrigan la mucosa y las glándulas del paladar duro y el paladar blando
		Arteria esfenopalatina	Rama terminal de la arteria maxilar, atraviesa el agujero esfenopalatino para irrigar las paredes y el tabique de la cavidad nasal, los senos frontal, etmoidal, esfenoidal y maxilar, así como la porción más anterior del paladar


Temporal
Arterias y nervios temporales profundos
Nervio auriculotemporal
Arteria y nervio maseterinos
Pterigoideo lateral
Arteria temporal superficial
Arteria maxilar (1.ª porción)
Arteria carótida externa
Ligamento esfenomandibular
Nervio milohioideo
Nervio y arteria alveolares inferiores
Pterigoideo medial
Nervio lingual
Nervio maxilar (NC V_2)
Arteria y nervio alveolares superiores posteriores
Arteria maxilar (3.ª porción)
Nervio y arteria bucales
Conducto parotídeo
Glándulas bucales
Buccinador
Ramos gingivales

(A) Vista lateral


Nervios temporales profundos para el músculo temporal
Nervio masetérico
Nervio pterigoideo lateral
Nervio mandibular (NC V_3)
Arteria meníngea media
Nervio auriculotemporal
Cuerda del tímpano
Ligamento esfenomandibular
Arteria maxilar (1.ª porción)
Nervio alveolar inferior
Nervio milohioideo
Pterigoideo medial
Nervio lingual
Nervio maxilar (NC V_2)
Arteria esfenopalatina
Nervio y arteria infraorbitarios
Nervio alveolar superior posterior
Arteria palatina mayor
Ramos gingivales
Arteria maxilar (porciones 2.ª y 3.ª)
Nervio bucal
Buccinador
Ramos gingivales

(B) Vista lateral

FIGURA 7-74. Disecciones de la región infratemporal. A. En esta disección superficial se ha extirpado la mayor parte del arco cigomático y el masetero insertado, la apófisis coronoides y las partes adyacentes de la rama de la mandíbula, y la mitad inferior del músculo temporal. La primera porción de la arteria maxilar, la mayor de las dos ramas terminales de la arteria carótida externa, discurre anteriormente, en profundidad respecto al cuello de la mandíbula, y luego pasa profundamente entre los músculos pterigoideos lateral y medial. **B.** En esta disección profunda, además de la rama de la mandíbula se ha extirpado el músculo pterigoideo lateral y la mayoría de las ramas de la arteria maxilar. Los ramos del nervio mandibular (NC V_3), entre ellos el nervio auriculotemporal, y la segunda porción de la arteria maxilar pasan entre el ligamento esfenomandibular y el cuello de la mandíbula.

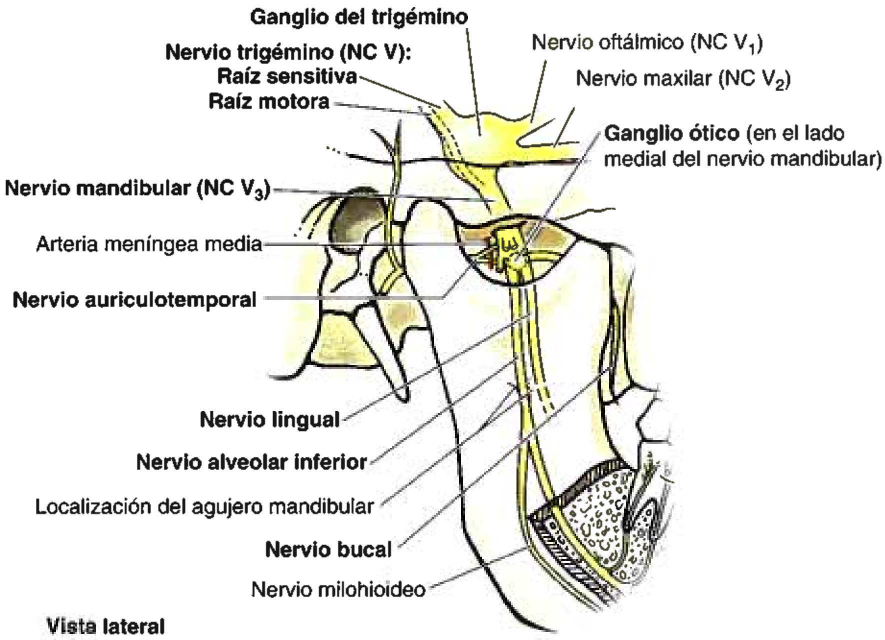

Ganglio del trigémino
Nervio trigémino (NC V):
Raíz sensitiva
Raíz motora
Nervio oftálmico (NC V_1)
Nervio maxilar (NC V_2)
Ganglio ótico (en el lado medial del nervio mandibular)
Nervio mandibular (NC V_3)
Arteria meníngea media
Nervio auriculotemporal
Nervio lingual
Nervio alveolar inferior
Localización del agujero mandibular
Nervio bucal
Nervio milohioideo
Vista lateral

FIGURA 7-75. **Nervios de la fosa infratemporal.**

REGIONES PAROTÍDEA Y TEMPORAL, FOSA INFRATEMPORAL Y ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Parotidectomía

Cerca del 80 % de los tumores de las glándulas salivares ocurren en la parótida. La mayoría de los tumores de la glándula parótida son benignos, pero la mayor parte de los cánceres de las glándulas salivares comienzan en la parótida. La escisión quirúrgica de la glándula parótida (*parotidectomía*) se lleva a cabo a menudo como parte del tratamiento. Dado que el plexo parotídeo del NC VII se halla inmerso en la glándula parótida, dicho plexo y sus ramos corren peligro en la intervención. Un paso importante en la parotidectomía es el de identificar, disecar, aislar y preservar el nervio facial. En la intervención se extirpa inicialmente una porción superficial de la glándula (que a menudo se califica erróneamente de «lóbulo»), tras lo cual puede retraerse el plexo parotídeo, que ocupa un plano bien definido dentro de la glándula, y disecar la porción profunda de la glándula.

La glándula parótida aporta una importante contribución al contorno posterolateral de la cara, y el grado de esta contribución se pone claramente de manifiesto tras su extirpación. Véase el cuadro azul «Parálisis de los músculos de la cara» (p. 861) para una explicación de las consecuencias funcionales de la lesión del nervio facial.

Infección de la glándula parótida

La glándula parótida puede infectarse por microorganismos que llegan por vía sanguínea, como ocurre en las *paperas*, una enfermedad vírica aguda contagiosa. La infección causa una inflamación (*parotiditis*) con tumefacción de la glándula. Aparece un dolor intenso, pues la fascia parotídea limita la tumefacción. A menudo el dolor empeora durante la masticación, debido a que la glándula aumentada de tamaño envuelve el borde posterior de la rama de la mandíbula, y al abrir la boca queda comprimida contra la apófisis mastoides del hueso temporal. El virus de las paperas puede causar también una *inflamación del conducto parotídeo*, con *enrojecimiento de la papila parotídea*, la pequeña prominencia situada en la abertura del conducto al penetrar en el vestíbulo bucal superior (p. 915). Como el dolor producido por las paperas puede confundirse con un dolor dental, el mencionado enrojecimiento de la papila constituye a menudo un signo precoz que orienta sobre la causa del proceso.

La *patología de la glándula parótida* a menudo causa dolor en la oreja, el conducto auditivo externo, la región temporal y la articulación temporomandibular, debido a que los nervios auriculotemporal y auricular mayor, de los cuales la glándula y su fascia reciben fibras sensitivas, también aportan fibras sensitivas a la piel que cubre la fosa temporal y la oreja (fig. 7-65).

Absceso parotídeo

La infección bacteriana de la glándula parótida suele producir un absceso. La infección puede ser consecuencia de una higiene dental muy deficiente, con propagación a la glándula a través de los conductos parotídeos. El médico y el odontólogo han de determinar si la tumefacción de la mejilla se debe a una infección de la parótida o a un absceso de origen dental.

Sialografía del conducto parotídeo

Puede inyectarse un líquido radiopaco en el sistema de conductos de la glándula parótida mediante un catéter introducido a través del orificio del conducto parotídeo en la mucosa de la mejilla. Esta técnica (*sialografía*) se complementa con radiografías de la glándula. La *sialografía parotídea* pone de manifiesto partes del sistema de conductos parotídeos que pueden quedar desplazados o dilatados por el proceso patológico.

Bloqueo del conducto parotídeo

El conducto parotídeo puede bloquearse por un depósito calcificado, denominado *sialolito* o *cálculo*. El dolor producido en la glándula parótida puede empeorar al comer. También se desencadena el dolor al chupar una rodaja de limón, por la acumulación de saliva en la parte proximal del conducto bloqueado.

Glándula parótida accesoria

A veces existe una glándula parótida accesoria sobre el músculo masetero, entre el conducto parotídeo y el arco cigomático. A partir de esta glándula accesoria se originan varios conductos que desembocan en el conducto parotídeo principal.

Bloqueo del nervio mandibular

Para bloquear el nervio mandibular se inyecta un agente anestésico cerca de él, donde entra en la fosa infratemporal. En el abordaje extrabucal, se introduce la aguja a través de la escotadura mandibular de la rama de la mandíbula, para llegar a la fosa infratemporal. Con la inyección suele lograrse la anestesia de los ramos auriculotemporal, alveolar inferior, lingual y bucal del NC V_3.

Bloqueo del nervio alveolar inferior

Con el bloqueo del nervio alveolar inferior se anestesia dicho nervio, ramo del NC V_3. La inyección del anestésico se realiza en torno al *agujero mandibular*, la abertura del conducto mandibular en la cara medial de la rama de la mandíbula. Este conducto da paso al nervio alveolar inferior (fig. 7-75), y a la arteria y la vena homónimas. Si el bloqueo es satisfactorio, quedan anestesiados todos los dientes mandibulares hasta el plano medio. También se anestesian la piel y la mucosa del labio inferior, la mucosa y las encías alveolares labiales y la piel del mentón, que reciben inervación del nervio mentoniano, ramo del nervio alveolar inferior. El bloqueo del nervio alveolar inferior puede causar problemas, como la inyección del anestésico en la glándula parótida o en el arco pterigoideo medial, con afectación de los movimientos de la mandíbula.

Luxación de la articulación temporomandibular

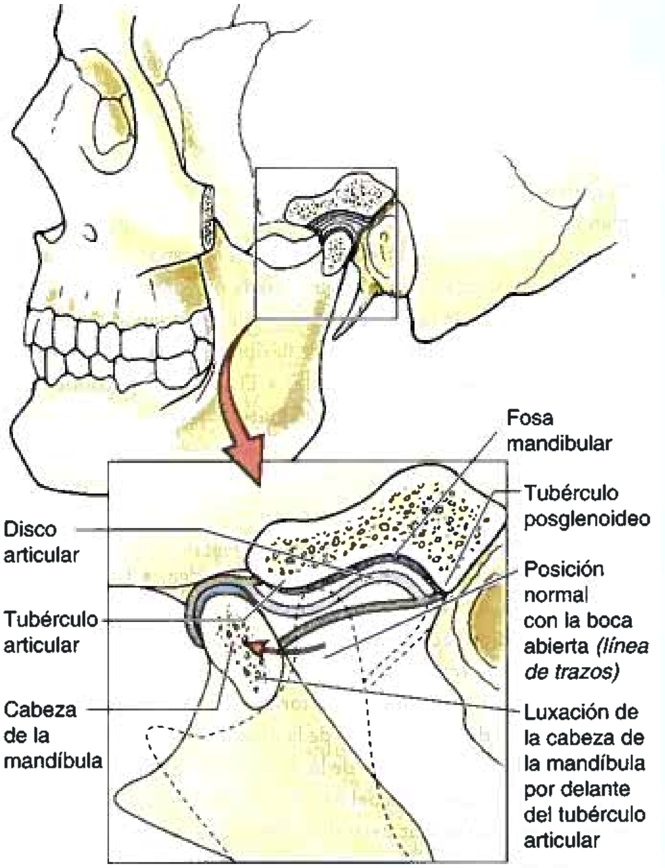

Fosa mandibular
Tubérculo posglenoideo
Disco articular
Posición normal con la boca abierta (*línea de trazos)*
Tubérculo articular
Cabeza de la mandíbula
Luxación de la cabeza de la mandíbula por delante del tubérculo articular
Luxación anterior: mandíbula abierta «bloqueada»

FIGURA C7-31. Luxación de la articulación temporomandibular.

Al bostezar o al abrir excesivamente la boca para tomar un gran bocado, la contracción excesiva de los músculos pterigoideos laterales puede producir una luxación anterior de las cabezas de la mandíbula (con desplazamiento por delante de los tubérculos articulares) (fig. C7-31). En esta posición, la mandíbula permanece descendida y es imposible cerrar la boca. Es más frecuente que un golpe lateral en el mentón cuando la boca está abierta luxe la articulación temporomandibular en el lado que recibe el golpe. La luxación de la articulación temporomandibular puede acompañarse de una fractura de la mandíbula. La luxación posterior es rara por la dificultad que supone la presencia del tubérculo posglenoideo y el potente ligamento lateral intrínseco. En las caídas o golpes directos sobre el mentón, habitualmente se fractura el cuello de la mandíbula antes de que se produzca una luxación. Debido a la estrecha relación de los nervios facial y auriculotemporal con articulación temporomandibular, en las intervenciones quirúrgicas hay que ser precavidos para proteger los ramos del nervio facial superpuestos a la articulación y los ramos articulares del nervio auriculotemporal que penetran en su parte posterior. En las lesiones de los ramos articulares del nervio auriculotemporal que inervan la articulación temporomandibular, por luxación traumática y rotura de la cápsula articular y del ligamento lateral, se produce una laxitud e inestabilidad de la articulación.

Artritis de la articulación temporomandibular

La articulación temporomandibular puede inflamarse a causa de una artrosis, por ejemplo. La función anormal de la articulación puede originar problemas estructurales, como oclusión dental y chasquidos articulares (*crepitación*). Se cree que los chasquidos se producen por retraso en los movimientos anteriores del disco durante el descenso y la elevación de la mandíbula.

Puntos fundamentales

REGIONES PAROTÍDEA Y TEMPORAL, FOSA INFRATEMPORAL Y ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Región parotídea. La mayor de las glándulas salivares, la glándula parótida, contribuye de un modo importante al contorno de la cara. ♦ La glándula ocupa un espacio complejo anterior a la oreja y se encabalga sobre la mayor parte de la cara posterior de la rama de la mandíbula. ♦ El tejido adiposo existente en la glándula le confiere flexibilidad para acomodarse a los movimientos de la mandíbula. ♦ El conducto parotídeo discurre anteriormente a través del masetero, en paralelo y aproximadamente a un dedo inferior al arco cigomático, y luego gira medialmente para entrar en el vestíbulo bucal superior, opuesto al 2.º molar maxilar. ♦ La fascia parotídea se continúa con la lámina superficial de la fascia cervical profunda, y recubre la glándula en forma de vaina parotídea. ♦ La vaina está inervada por el nervio auricular mayor, pero la glándula recibe inervación secretomotora parasimpática del nervio glosofaríngeo, a través de una vía compleja en la que interviene el ganglio ótico. ♦ Medial y anteriormente a la glándula parótida, uno de los músculos de la masticación, el masetero, se sitúa lateralmente a la rama de la mandíbula y recibe inervación de los ramos masetéricos del nervio mandibular, e irrigación de la arteria maxilar que atraviesa la escotadura mandibular.

Fosas temporal e infratemporal. La fosa temporal y su continuación inferior profundamente al arco cigomático y a la rama de la mandíbula, la fosa infratemporal, están ocupadas en gran parte por derivados del primer arco faríngeo embrionario: tres de los cuatro músculos de la masticación (el músculo temporal y los dos pterigoideos) y el nervio que les aporta fibras motoras, el nervio mandibular (NC V_3).

Articulación temporomandibular y músculos de la masticación. La articulación temporomandibular es una articulación de tipo gínglimo, modificada por la presencia de un disco articular intercalado entre la cabeza de la mandíbula y las superficies articulares del hueso temporal. ♦ En el compartimiento superior tienen lugar movimientos de deslizamiento entre la fosa mandibular y la eminencia articular, producidos por el músculo pterigoideo lateral (protracción) y las fibras posteriores del músculo temporal (retracción). ♦ La mandíbula debe protraerse para abrir totalmente la boca. ♦ En el compartimiento inferior se producen movimientos de bisagra y de giro por la acción de la gravedad (descenso) y por tres de los cuatro músculos de la masticación (elevación): masetero, pterigoideo medial y porción anterior del temporal.

Vascularización e inervación de la fosa infratemporal. En la fosa infratemporal se hallan también la segunda porción de la arteria maxilar y su equivalente venoso, el plexo venoso pterigoideo. ♦ Los compartimientos craneales adyacentes comunican con las citadas fosas, y las estructuras vasculonerviosas discurren desde y hacia ellas a través de vías óseas, que son: *1)* el agujero oval (a través del cual penetra el nervio mandibular desde la fosa craneal media); *2)* el agujero espinoso (a través del cual entra la arteria meníngea media y vuelve a la fosa craneal media la rama meníngea del NC V_3); *3)* la fisura pterigomaxilar (por la que discurre la arteria maxilar hacia la fosa pterigopalatina para luego distribuirse); *4)* la fisura orbitaria inferior (que atraviesan las venas oftálmicas inferiores para drenar en el plexo venoso pterigoideo), y *5)* el agujero mandibular (el nervio alveolar inferior lo atraviesa y pasa al conducto mandibular para distribuirse por la mandíbula y los dientes).

REGIÓN BUCAL

La **región bucal** incluye la cavidad bucal, los dientes, las encías, la lengua, el paladar y la región de las tonsilas palatinas. La cavidad bucal es donde se ingieren y preparan los alimentos para su digestión en el estómago y el intestino delgado. La masticación del alimento con los dientes y su mezcla con la saliva de las glándulas salivares facilitan la formación de un *bolo alimentario* manejable. La *deglución* se inicia voluntariamente en la cavidad bucal. En la fase voluntaria del proceso se impulsa el bolo desde la cavidad bucal a la faringe, la porción expandida del sistema digestivo (alimentario) donde tiene lugar la fase involuntaria (automática) de la deglución.

Cavidad bucal

La **cavidad bucal (boca)** consta de dos partes: el *vestíbulo bucal* y la *cavidad bucal propiamente dicha* (fig. 7-76). En la cavidad bucal es donde se paladean los alimentos y las bebidas, y donde tienen lugar la masticación y la manipulación lingual de la comida. El **vestíbulo bucal** es el espacio en forma de hendidura situado entre los dientes y las encías por un lado, y los labios y las mejillas por otro. El vestíbulo comunica con el exterior por la **hendidura bucal** (abertura). El tamaño de la hendidura bucal está controlado por los músculos periorales, como el orbicular de la boca (el esfínter de la hendidura bucal), el buccinador, el risorio y los depresores y elevadores de los labios (dilatadores de la hendidura).

La **cavidad bucal propiamente dicha** es el espacio entre los **arcos dentales**, o arcadas, superior e inferior (arcos alveolares maxilar y mandibular y los dientes incluidos). Está limitada lateralmente y anteriormente por los arcos dentales. El techo de la cavidad bucal está formado por el paladar. Posteriormente, la cavidad bucal comunica con la orofaringe (parte bucal de la faringe). Cuando la boca está cerrada y en reposo, la cavidad bucal está totalmente ocupada por la lengua.

Labios, mejillas y encías

LABIOS Y MEJILLAS

Los **labios** son repliegues musculofibrosos móviles que rodean la boca; se extienden desde los *surcos nasolabiales* y las *narinas* late-

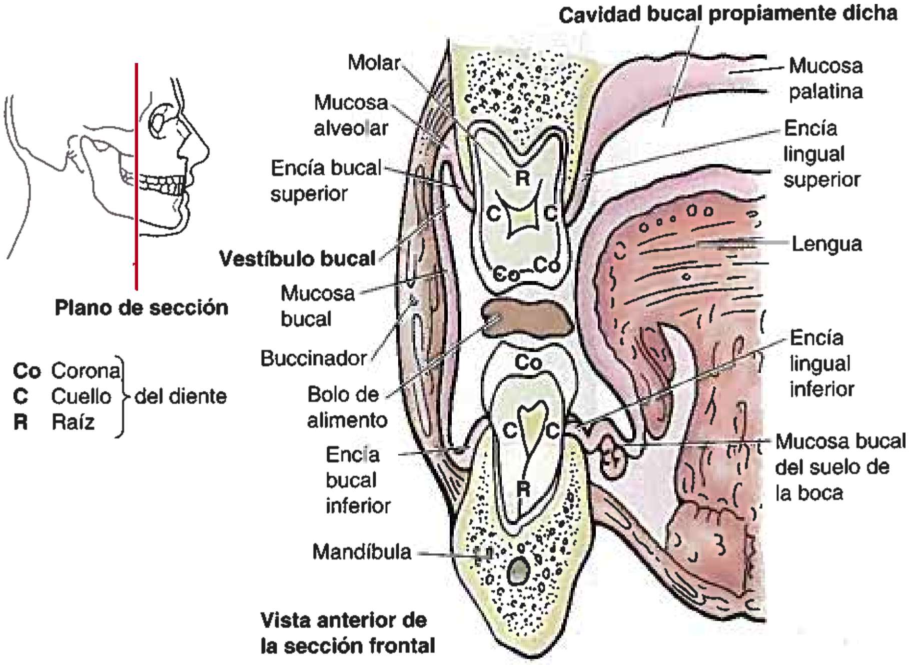

Plano de sección
Co Corona
C Cuello
R Raíz
del diente
Cavidad bucal propiamente dicha
Molar
Mucosa alveolar
Encía bucal superior
Vestíbulo bucal
Mucosa bucal
Buccinador
Bolo de alimento
Encía bucal inferior
Mandíbula
Mucosa palatina
Encía lingual superior
Lengua
Encía lingual inferior
Mucosa bucal del suelo de la boca
R
C
C
Co
Co
Co
C
C
R
Vista anterior de la sección frontal

FIGURA 7-76. Sección frontal de la región bucal. El dibujo orientativo muestra el plano de la sección. Durante la masticación, la lengua (centralmente), el buccinador (lateralmente) y el orbicular de la boca (anteriormente) actúan juntos para mantener el bolo alimentario entre las caras oclusales de los molares.

ral y superiormente hasta el *surco mentolabial* inferiormente (figura 7-77). Contienen el músculo orbicular de la boca y los músculos, vasos y nervios labiales superiores e inferiores (fig. 7-16). Los labios están cubiertos externamente por piel, e internamente por mucosa. Funcionan a modo de válvulas de la *hendidura bucal*; contienen el esfínter (orbicular de la boca) que controla la entrada y salida de la boca y los tractos superiores digestivo y respiratorio. Se utilizan para la prensión del alimento, succionar líquidos, mantener el alimento fuera del vestíbulo bucal, formar el habla y besar.

La *zona de transición de los labios* (considerada comúnmente como el labio propiamente dicho), de color que varía de pardo a rojo, continúa hasta la cavidad bucal para transformarse en la mucosa que cubre la porción vestibular intrabucal de los labios (fig. 7-78). Los **frenillos labiales** son pliegues de la mucosa, de bordes libres, situados en la línea media; se extienden desde la encía vestibular hasta la mucosa de los labios superior e inferior, y el del labio superior es de mayor tamaño. A veces existen otros frenillos más pequeños lateralmente en las regiones vestibulares premolares.

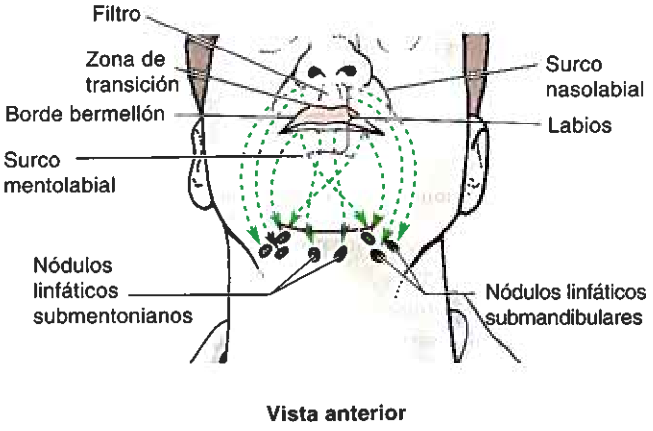

Filtro
Zona de transición
Borde bermellón
Surco mentolabial
Nódulos linfáticos submentonianos
Surco nasolabial
Labios
Nódulos linfáticos submandibulares
Vista anterior

FIGURA 7-77. Drenaje linfático de los labios. La linfa del labio superior y de las partes laterales del labio inferior drena en los nódulos submandibulares. La linfa de la parte media del labio inferior drena en los nódulos submentonianos.

Las **arterias labiales superior** e **inferior,** ramas de la arteria facial, se anastomosan entre sí en los labios para formar un anillo arterial (fig. 7-24; tabla 7-5). El pulso de estas arterias puede palparse si se pinza ligeramente el labio superior o inferior entre los dos primeros dedos. El labio superior está irrigado por ramas labiales superiores de las *arterias facial* e *infraorbitaria*. El labio inferior recibe irrigación de ramas labiales inferiores de las *arterias facial* y *mentoniana*.

El labio superior está inervado por los ramos labiales superiores de los *nervios infraorbitarios* (del NC V_2). El labio inferior recibe inervación de los ramos labiales inferiores de los nervios mentonianos (del NC V_3). La linfa del labio superior y las partes laterales del labio inferior drena principalmente en los *nódulos linfáticos submandibulares* (fig. 7-77), mientras que la linfa de la parte medial del labio inferior drena inicialmente en los *nódulos linfáticos submentonianos*.

Las **mejillas** presentan esencialmente la misma estructura que los labios, con los que se continúan. Las mejillas forman las paredes móviles de la cavidad bucal. Anatómicamente, la cara externa de las mejillas constituye la *región de la mejilla*, bordeada anteriormente por las *regiones labial* y *mentoniana* (labios y mentón), superiormente por la *región cigomática*, posteriormente por la *región parotídea*, e inferiormente por el borde inferior de la *mandíbula* (fig. 7-14). La *prominencia de la mejilla* se halla en la unión de las regiones cigomática y de la mejilla. El hueso cigomático subyacente a la prominencia, y el arco cigomático que lo continúa posteriormente, se conocen comúnmente como el «pómulo» (fig. 7-3). Los profa-

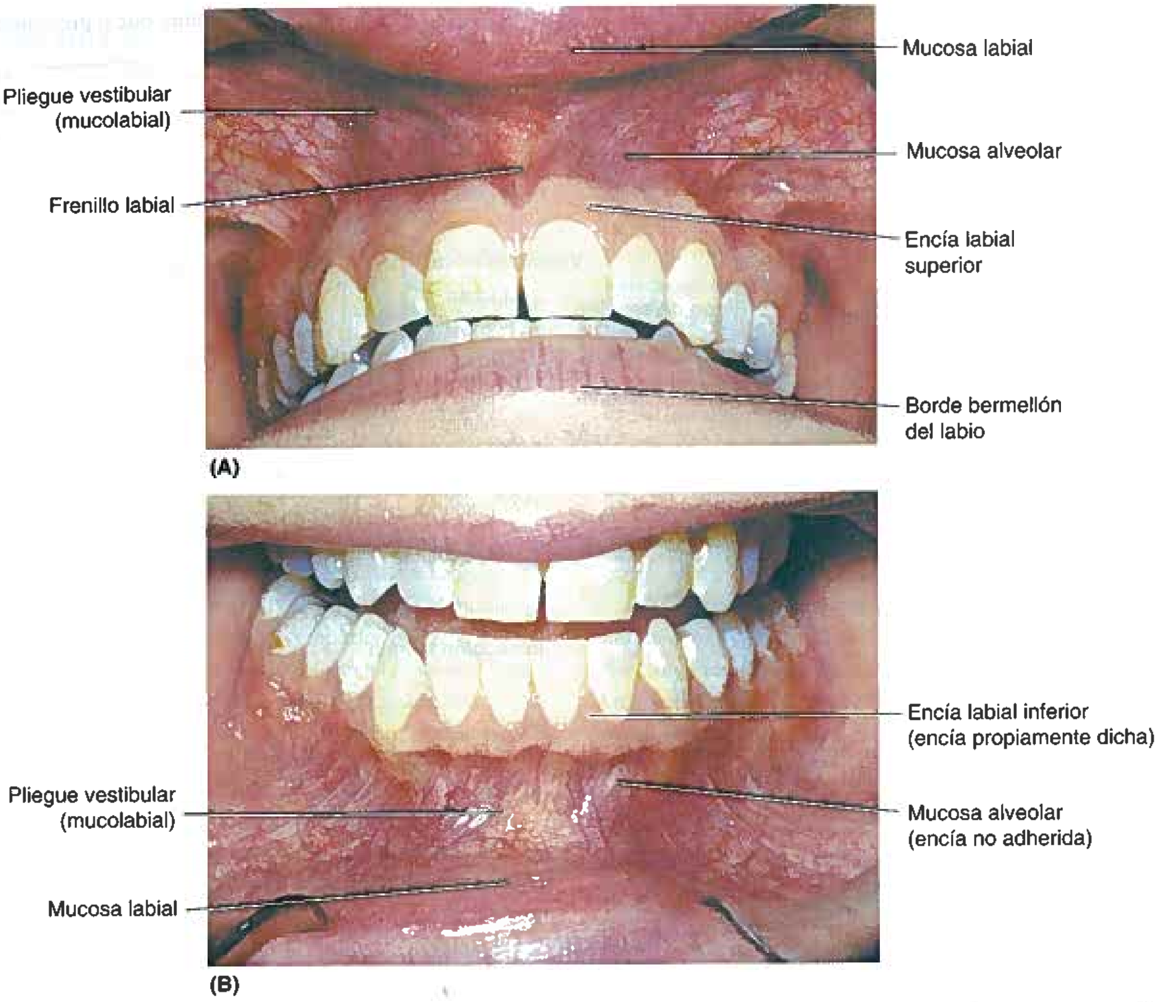

Mucosa labial
Pliegue vestibular (mucolabial)
Mucosa alveolar
Frenillo labial
Encía labial superior
Borde bermellón del labio
(A)
Encía labial inferior (encía propiamente dicha)
Pliegue vestibular (mucolabial)
Mucosa alveolar (encía no adherida)
Mucosa labial
(B)

FIGURA 7-78. Vestíbulo bucal y encías. **A.** Vestíbulo y encías del maxilar. **B.** Vestíbulo y encías de la mandíbula. Al acercarse a los cuellos de los dientes, la mucosa alveolar cambia de textura y color para convertirse en la encía propiamente dicha. (Cortesía del Dr. B. Liebgott, Professor, Division of Anatomy, Department of Surgery, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

nos consideran que las regiones cigomática y parotídea también forman parte de la mejilla.

Los principales músculos de las mejillas son los buccinadores (fig. 7-76). Existen numerosas **glándulas bucales** de pequeño tamaño entre la mucosa y el buccinador (fig. 7-74). Superficialmente a los buccinadores hay acumulaciones encapsuladas de tejido adiposo; este *cuerpo adiposo de la mejilla* es proporcionalmente mucho mayor en los lactantes, presumiblemente para reforzar las mejillas e impedir que se colapsen al succionar. Las mejillas están irrigadas por las ramas bucales de la arteria maxilar, e inervadas por los ramos bucales del nervio mandibular.

ENCÍAS

Las **encías** se componen de tejido fibroso tapizado por una mucosa. La **encía propiamente dicha** (encía adherida) está firmemente unida a las apófisis alveolares de la mandíbula y el maxilar, y a los cuellos de los dientes (figs. 7-76 y 7-78). La encía propiamente dicha adyacente a la lengua es la encía lingual superior e inferior; la encía adyacente a los labios y las mejillas es la **encia labial** o **bucal (de la mejilla),** respectivamente, **maxilar y mandibular.** La encía propiamente dicha normalmente es rosada, punteada y queratinizada. La **mucosa alveolar** (encía no adherida) normalmente es brillante, roja y no queratinizada. Los nervios y vasos que llegan a las encías, al hueso alveolar subyacente y al *periodonto* (que rodea las raíces del diente y lo fija en el alvéolo dentario) se presentan en la figura 7-79A y C.

Dientes

Las principales funciones de los dientes son:

- Incidir, reducir y mezclar los productos alimentarios con saliva durante la masticación.
- Ayudar a automantenerse en los alvéolos dentarios; para ello colaboran en el desarrollo y la protección de los tejidos que los sustentan.
- Participar en la articulación de la palabra (habla conexa y clara).

Los dientes se disponen en los *alvéolos dentarios* y se utilizan para la masticación y como ayuda en la articulación de la palabra. Los dientes se identifican y describen según sean **deciduos** (pri-

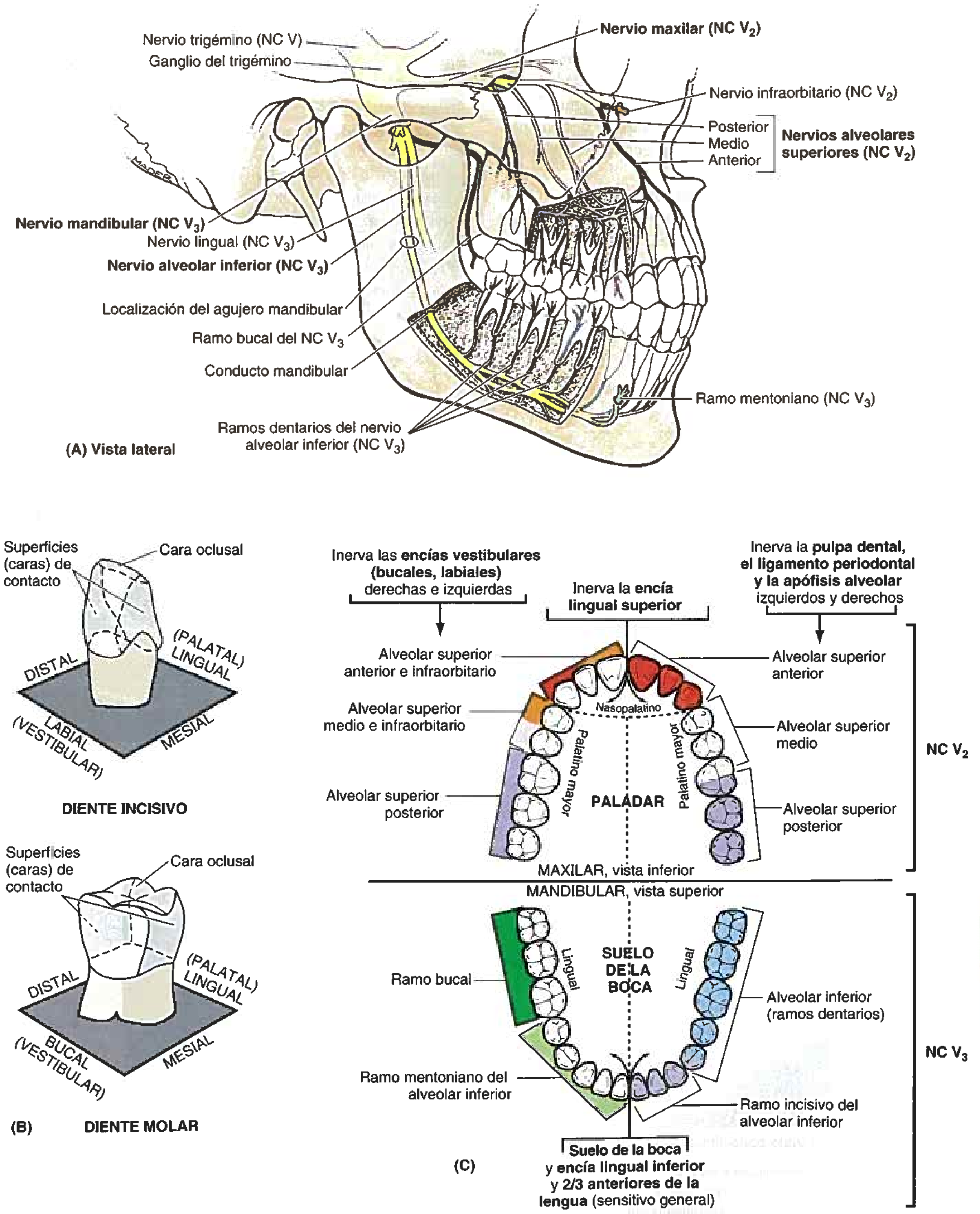

Nervio trigémino (NC V)
Ganglio del trigémino
Nervio maxilar (NC V_2)
Nervio infraorbitario (NC V_2)
Posterior
Medio
Anterior
Nervios alveolares superiores (NC V_2)
Nervio mandibular (NC V_3)
Nervio lingual (NC V_3)
Nervio alveolar inferior (NC V_3)
Localización del agujero mandibular
Ramo bucal del NC V_3
Conducto mandibular
Ramo mentoniano (NC V_3)
Ramos dentarios del nervio alveolar inferior (NC V_3)
(A) Vista lateral
Superficies (caras) de contacto
Cara oclusal
DISTAL
(PALATAL) LINGUAL
LABIAL (VESTIBULAR)
MESIAL
DIENTE INCISIVO
Superficies (caras) de contacto
Cara oclusal
DISTAL
(PALATAL) LINGUAL
BUCAL (VESTIBULAR)
MESIAL
(B)
DIENTE MOLAR
Inerva las encías vestibulares (bucales, labiales) derechas e izquierdas
Inerva la encía lingual superior
Inerva la pulpa dental, el ligamento periodontal y la apófisis alveolar izquierdos y derechos
Alveolar superior anterior e infraorbitario
Alveolar superior medio e infraorbitario
Alveolar superior posterior
Nasopalatino
Palatino mayor
Palatino mayor
PALADAR
Alveolar superior anterior
Alveolar superior medio
Alveolar superior posterior
NC V_2
MAXILAR, vista inferior
MANDIBULAR, vista superior
Ramo bucal
Lingual
SUELO DE LA BOCA
Lingual
Alveolar inferior (ramos dentarios)
Ramo mentoniano del alveolar inferior
Ramo incisivo del alveolar inferior
NC V_3
(C)
Suelo de la boca y encía lingual inferior y 2/3 anteriores de la lengua (sensitivo general)

FIGURA 7-79. Inervación de los dientes y las encías. A. Nervios alveolares superiores e inferior. **B.** Caras de un incisivo y de un molar. **C.** Inervación de la boca y los dientes.

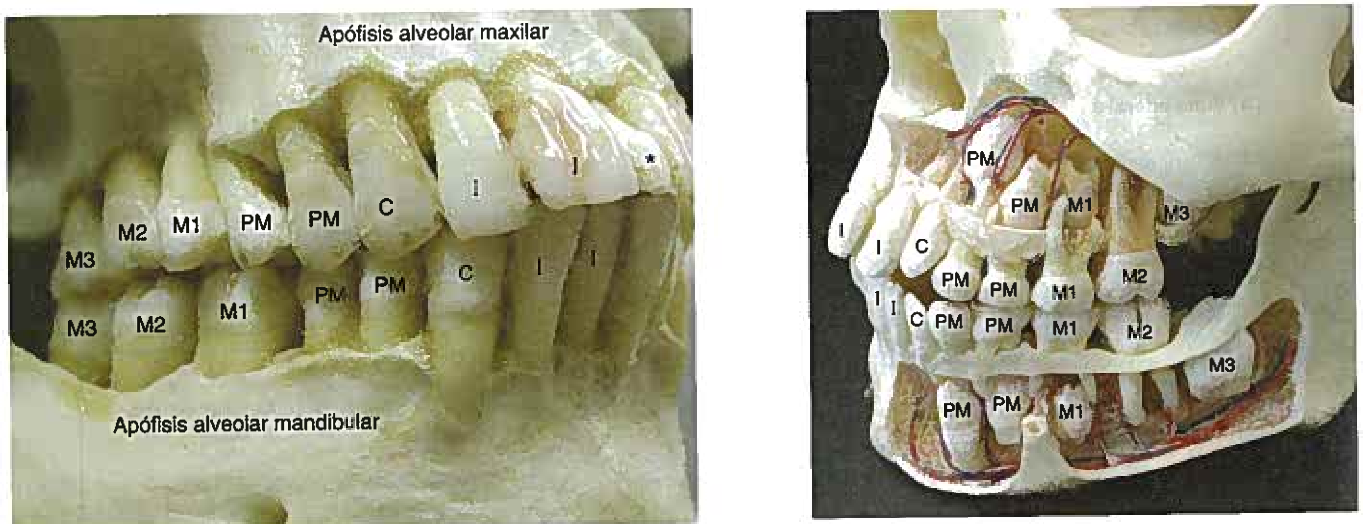
marios) o **permanentes** (secundarios), el tipo de diente y su proximidad a la línea media o parte anterior de la boca (p. ej., incisivos mediales o laterales; el 1.er molar es anterior al 3.°).

Los niños tienen 20 dientes deciduos; los adultos normalmente tienen 32 dientes permanentes (fig. 7-80A y C). Las edades habituales de erupción de los dientes se exponen en la figura 7-81 y en la tabla 7-13. Antes de la erupción, los dientes en desarrollo se alojan en los arcos alveolares en forma de **gérmenes dentales** (fig. 7-80B).

Los tipos de dientes se distinguen por sus características: **incisivos,** de bordes delgados y cortantes; **caninos,** formados por un cono prominente; **premolares** (bicúspides) con dos cúspides; y **molares,** con tres o más cúspides (fig. 7-80A y C). La **cara vestibular** (labial o bucal) de cada diente se dirige hacia fuera, y la **cara lingual** hacia dentro (fig. 7-79B). Según la nomenclatura práctica que se utiliza en odontología, la **cara mesial** de un diente es la que se dirige hacia el plano medio de la parte facial del cráneo. La **cara distal** se aleja de este plano; ambas caras, mesial y distal, son *superficies de contacto*, es decir, que contactan con los dientes adyacentes. La cara masticatoria es la **cara oclusal.**

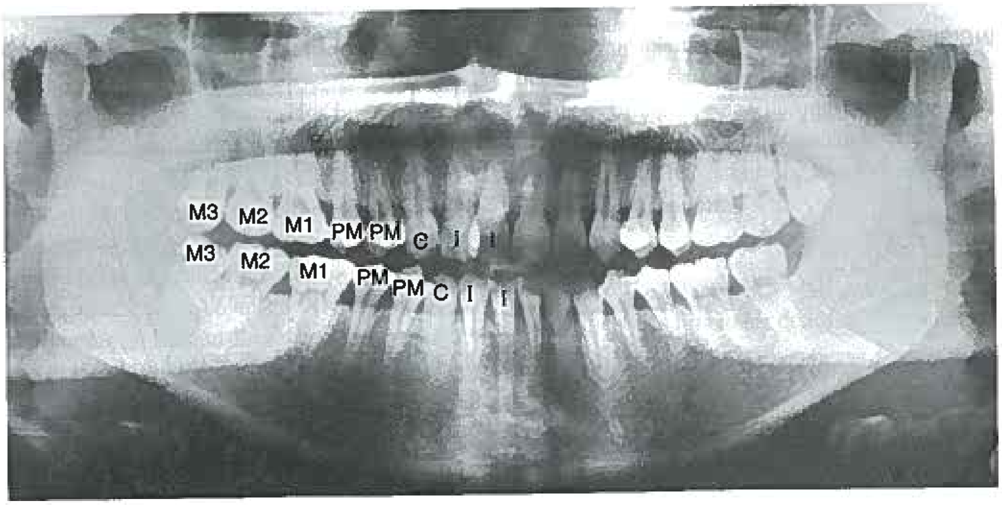
PARTES Y ESTRUCTURA DE LOS DIENTES

Los dientes se componen de corona, cuello y raíz (fig. 7-82). La **corona** sobresale de la encía. El **cuello** se halla entre la corona y la raíz. La **raíz** está unida al alvéolo dentario por el *periodonto*; el número de raíces es variable. La mayor parte del diente está constituida por la **dentina,** cubierta por el **esmalte** sobre la corona, y por el **cemento** sobre la raíz. La **cavidad pulpar** contiene tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios. El **conducto radicular**



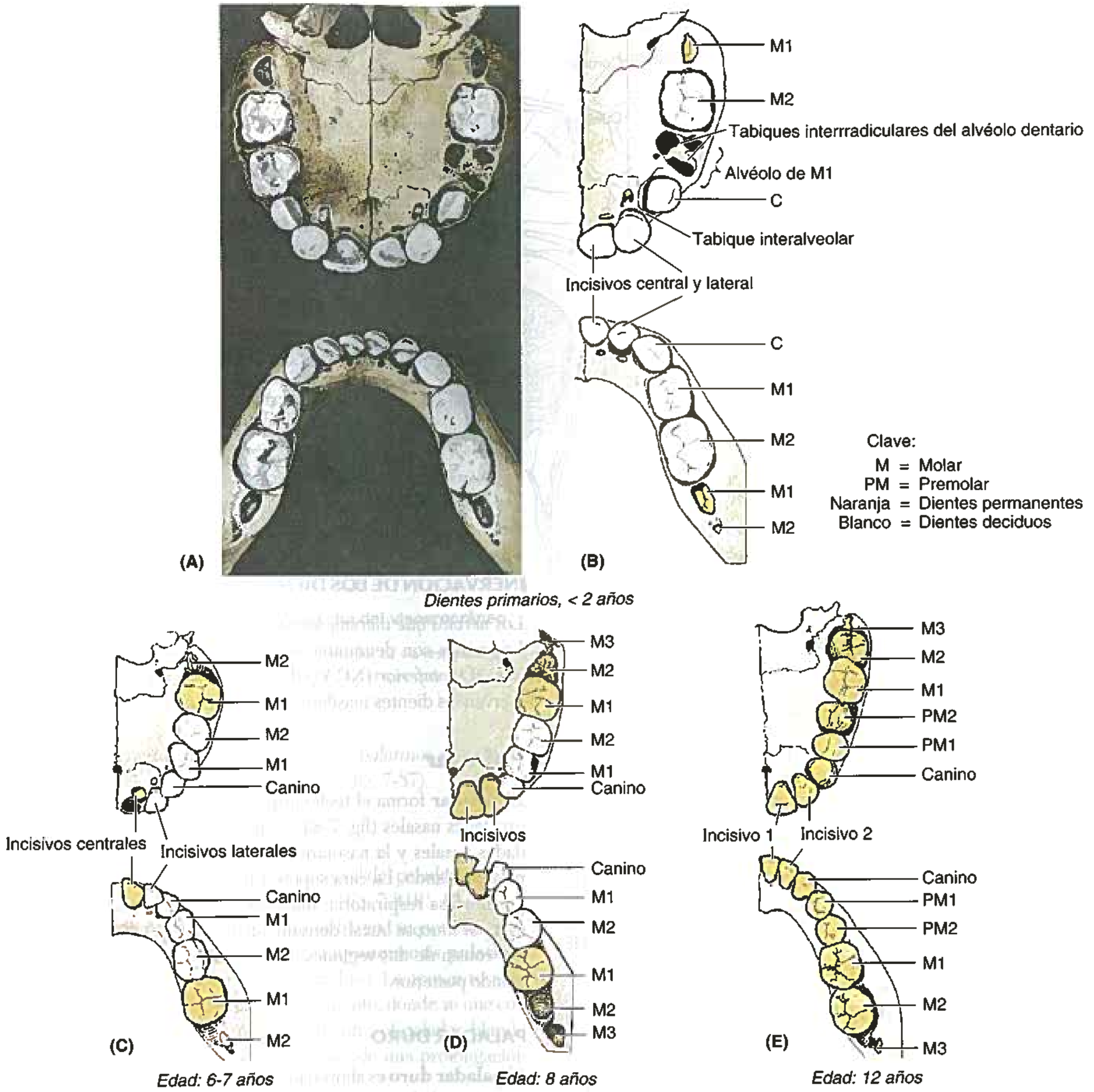
(A) Vista anterolateral derecha

(B) Vista anterolateral izquierda



(C) Vista panorámica

FIGURA 7-80. Dientes permanentes o secundarios. A. Dientes en oclusión. En este caso hay un diente supernumerario (*) en la línea media. **B.** Maxilar y mandíbula de un niño que empieza a mostrar los dientes secundarios. Se han retirado las apófisis alveolares para mostrar las raíces de los dientes y los gérmenes (yemas) dentales. **C.** Pantomografía de la mandíbula y los maxilares de un adulto. Falta el 3.er molar inferior izquierdo. C, canino; I, incisivo; M1, M2, M3, 1.er, 2.° y 3.er molares; PM, premolar. (Parte C por cortesía del Dr. M. J. Pharoah, Associate Professor of Dental Radiology, Faculty of Dentistry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)


(A)
(B)
M1
M2
Tabiques interrradiculares del alvéolo dentario
Alvéolo de M1
C
Tabique interalveolar
Incisivos central y lateral
C
M1
M2
M1
M2
Clave:
M = Molar
PM = Premolar
Naranja = Dientes permanentes
Blanco = Dientes deciduos
M2
M1
M2
M1
Canino
Incisivos centrales
Incisivos laterales
Canino
M1
M2
M1
M2
(C)
M3
M2
M1
M2
M1
Canino
Incisivos
Canino
M1
M2
M1
M2
M3
(D)
M3
M2
M1
PM2
PM1
Canino
Incisivo 1
Incisivo 2
Canino
PM1
PM2
M1
M2
M3
(E)

Dientes primarios, < 2 años

Edad: 6-7 años

Edad: 8 años

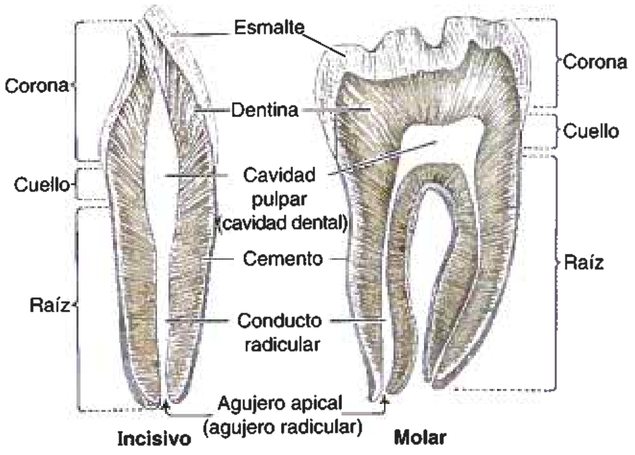
Edad: 12 años

FIGURA 7-81. **Dientes primarios (deciduos) y erupción de los dientes permanentes.**

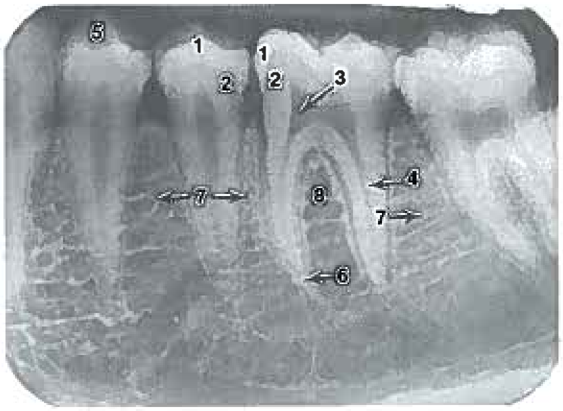
TABLA 7-13. DIENTES DECIDUOS Y PERMANENTES

Dientes deciduos	**Incisivo central**	**Incisivo lateral**	**Canino**	**1.er molar**	**2.º molar**			
Erupción (meses)[a]	6-8	8-10	16-20	12-16	20-24			
Muda (años)	6-7	7-8	10-12	9-11	10-12			
Dientes permanentes	**Incisivo central**	**Incisivo lateral**	**Canino**	**1.er premolar**	**2.º premolar**	**1.er molar**	**2.º molar**	**3.er molar**
Erupción (años)	7-8	8-9	10-12	10-11	11-12	6-7	12	13-25

[a] En algunos lactantes sanos, los primeros dientes (incisivos mediales) pueden no hacer erupción hasta la edad de 12-13 meses.



(A) Sección longitudinal



(B) Radiografía lateral

1 Esmalte
2 Dentina
3 Cavidad pulpar
4 Conducto radicular
5 Cúspide bucal
6 Vértice radicular
7 Tabiques interalveolares (hueso alveolar)
8 Tabique interradicular (hueso alveolar)

FIGURA 7-82. **Sección de los dientes. A.** Incisivo y molar. En las personas vivas, la cavidad pulpar es un espacio hueco en el interior de la corona y el cuello del diente que contiene tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios. La cavidad se estrecha hacia abajo, formando el conducto radicular, en un diente de una sola raíz, o un conducto radicular por raíz en un diente multirradicular. Los vasos y nervios entran o salen a través del agujero apical. **B.** Radiografía de dientes premolares y molares maxilares que muestra las características descritas en la parte **A.**

(conducto pulpar) da paso a los nervios y vasos que entran y salen de la cavidad pulpar a través del **agujero apical.**

Los **alvéolos dentarios** se hallan en las *apófisis alveolares* del maxilar y la mandíbula. Son las estructuras esqueléticas que experimentan un mayor cambio a lo largo de la vida (fig. 7-81B). Los alvéolos adyacentes están separados por los **tabiques interalveolares;** dentro del alvéolo, las raíces de los dientes que poseen más de una raíz están separadas por los **tabiques interradiculares** (figs. 7-81B y 7-82B). El hueso del alvéolo posee una fina corteza que está separada de las cortezas labial y lingual adyacentes por una cantidad variable de hueso trabecular. La pared labial del alvéolo es particularmente delgada en los dientes incisivos; en cambio, en los molares, la pared más delgada es la lingual. Por lo tanto, habitualmente se rompe la cara labial para extraer los incisivos, y la cara lingual para extraer los molares.

Las raíces de los dientes están unidas al hueso del alvéolo por una suspensión elástica que forma un tipo especial de articulación fibrosa, denominada **sindesmosis dentoalveolar** o **gonfosis.** El **periodonto** (membrana periodontal) está compuesto por fibras de colágeno que se extienden entre el cemento de la raíz y el periostio del alvéolo. Recibe abundantes terminaciones nerviosas táctiles presorreceptoras, capilares linfáticos y vasos sanguíneos glomerulares, y actúa como un cojinete hidráulico para frenar la presión masticatoria axial. Las *terminaciones nerviosas presorreceptoras* son sensibles a cambios de presión.

VASCULARIZACIÓN DE LOS DIENTES

Las **arterias alveolares superior** e **inferior,** ramas de la arteria maxilar, irrigan los dientes maxilares y mandibulares, respectivamente (figs. 7-73 y 7-74A; tabla 7-12). Las **venas alveolares,** con los mismos nombres y distribución, acompañan a las arterias. Los **vasos linfáticos** de los dientes y las encías drenan principalmente en los *nódulos linfáticos submandibulares* (fig. 7-77).

INERVACIÓN DE LOS DIENTES

Los *nervios que inervan los dientes* se ilustran en la figura 7-79A. Los ramos con denominación de los *nervios alveolares superior* (NC V_2) e *inferior* (NC V_3) dan lugar a los **plexos dentarios** que inervan los dientes maxilares y mandibulares.

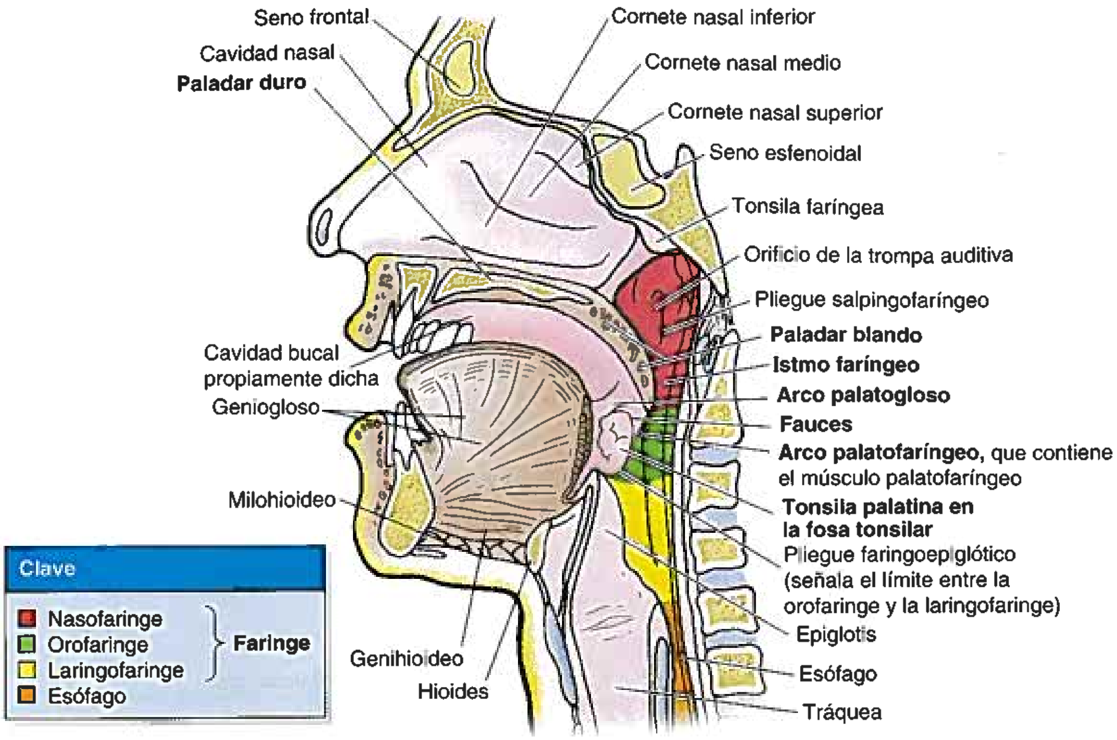
Paladar

El **paladar** forma el techo arqueado de la boca y el suelo de las cavidades nasales (fig. 7-83). Separa la cavidad bucal de las cavidades nasales y la nasofaringe, o parte de la faringe superior al paladar blando. La cara superior (nasal) del paladar está cubierta por mucosa respiratoria, mientras que la cara inferior (bucal) lo está por mucosa bucal, densamente poblada de glándulas. El paladar consta de dos regiones: el paladar duro anterior y el paladar blando posterior.

PALADAR DURO

El **paladar duro** es abovedado (cóncavo) y está ocupado principalmente por la lengua cuando ésta se encuentra en reposo. Los dos tercios anteriores del paladar poseen un esqueleto óseo formado por las apófisis palatinas de los maxilares y las láminas horizontales de los huesos palatinos (fig. 7-84A). La **fosa incisiva** es una depresión situada en la línea media del paladar óseo posterior a los dientes incisivos centrales, en la cual se abren los conductos incisivos. Los nervios nasopalatinos discurren desde la nariz a través de un número variable de conductos y agujeros incisivos que se abren en la fosa incisiva (v. fig. 7-87B).

Medial al 3.^{er} molar, el *agujero palatino mayor* atraviesa el borde lateral del paladar óseo (fig. 7-84A). Los *vasos y el nervio palatinos mayores* emergen de este agujero y discurren anteriormente por el paladar. Los *agujeros palatinos menores*, posteriores al agujero palatino mayor, atraviesan la apófisis piramidal del hueso palatino.


Seno frontal
Cavidad nasal
Paladar duro
Cornete nasal inferior
Cornete nasal medio
Cornete nasal superior
Seno esfenoidal
Tonsila faríngea
Orificio de la trompa auditiva
Pliegue salpingofaríngeo
Paladar blando
Istmo faríngeo
Arco palatogloso
Fauces
Arco palatofaríngeo, que contiene el músculo palatofaríngeo
Tonsila palatina en la fosa tonsilar
Pliegue faringoepiglótico (señala el límite entre la orofaringe y la laringofaringe)
Epiglotis
Esófago
Tráquea
Cavidad bucal propiamente dicha
Geniogloso
Milohioideo
Genihioideo
Hioides
Clave
🟥 Nasofaringe
🟩 Orofaringe
🟨 Laringofaringe
🟧 Esófago
Faringe

Vista medial de la mitad derecha del viscerocráneo

FIGURA 7-83. Sección media de la cabeza y el cuello. La vía respiratoria y la vía para el paso del alimento se cruzan en la faringe. El paladar blando actúa como una válvula, elevando hasta sellarlo el istmo de las fauces que conecta la cavidad nasal y la nasofaringe con la cavidad bucal y la orofaringe.

Estos agujeros conducen los *nervios y vasos palatinos menores* al paladar blando y las estructuras adyacentes (fig. 7-87).

PALADAR BLANDO

El **paladar blando** es el tercio posterior móvil del paladar, suspendido del borde posterior del paladar duro (fig. 7-84B). El paladar blando carece de esqueleto óseo; sin embargo, su *porción aponeurótica* anterior está fortalecida por la **aponeurosis palatina,** que se une al borde posterior del paladar duro. La aponeurosis es gruesa anteriormente y delgada posteriormente, donde se une con una *porción muscular.* Posteroinferiormente, el paladar blando presenta un borde libre curvo, del cual pende una prolongación cónica, la **úvula.**

Cuando una persona deglute, el paladar blando se tensa inicialmente para permitir que la lengua presione contra él y empuje el bolo alimentario hacia la parte posterior de la cavidad bucal. Luego, el paladar blando se eleva posterior y superiormente contra la pared de la faringe, y previene así el paso del alimento hacia el interior de la cavidad nasal.

Lateralmente, el paladar blando se continúa con la pared de la faringe y se une con la lengua y la faringe mediante los **arcos palatogloso** y **palatofaríngeo,** respectivamente (fig. 7-83). Hay unos pocos botones gustativos en el epitelio que cubre la cara bucal del paladar blando, la pared posterior de la orofaringe y la epiglotis.

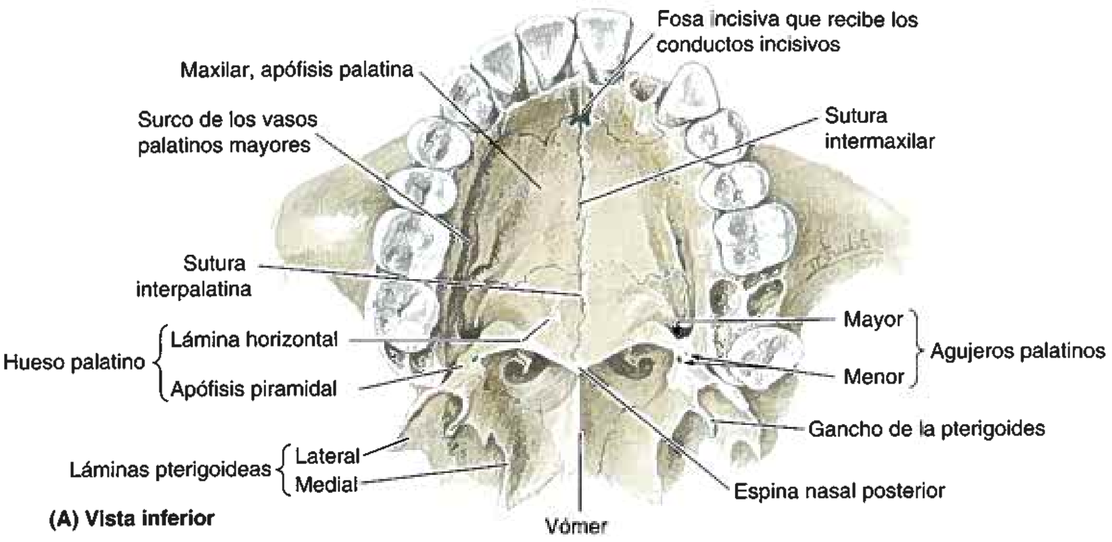
Las **fauces** (del latín, garganta) son el espacio comprendido entre la cavidad bucal y la faringe. Están limitadas superiormente por el paladar blando, inferiormente por la raíz de la lengua y lateralmente por los **pilares de las fauces,** los arcos palatoglosos y palatofaríngeos. El **istmo de las fauces** es el corto espacio constreñido que establece conexión entre la cavidad bucal propiamente dicha y la orofaringe. El istmo está limitado anteriormente por los pliegues palatoglosos y posteriormente por los pliegues palatofaríngeos. Las **tonsilas palatinas,** denominadas a menudo «las amígdalas», son dos masas de tejido linfoide, una a cada lado de la orofaringe. Cada tonsila se sitúa en una **fosa (seno) tonsilar,** limitada por los arcos palatogloso y palatofaríngeo y la lengua.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DEL PALADAR

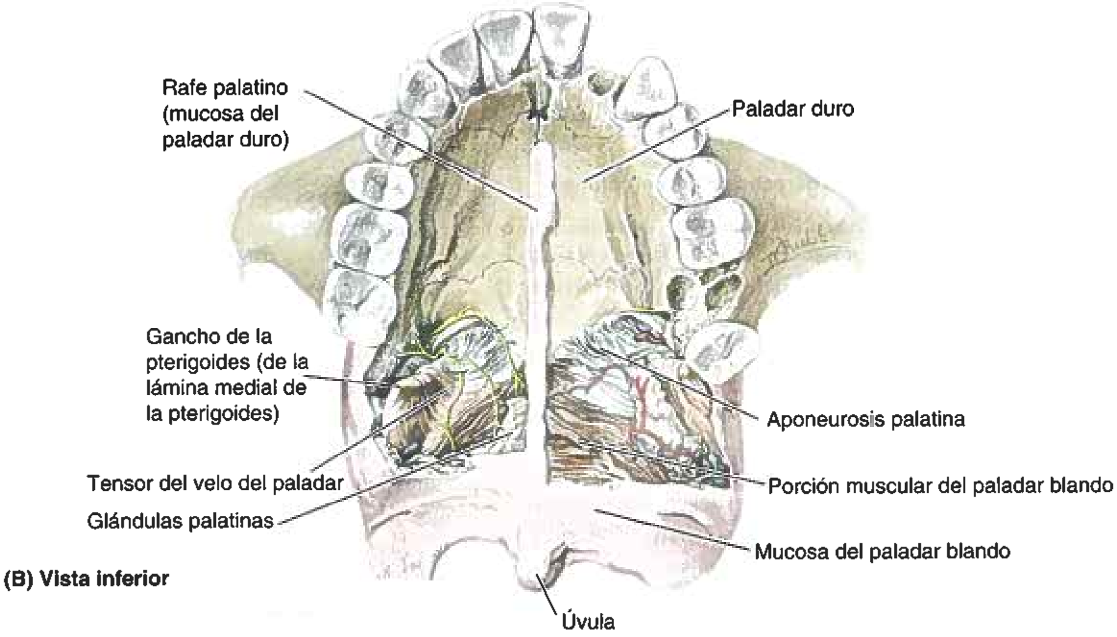
La mucosa del paladar duro se halla fuertemente unida al hueso subyacente (fig. 7-85A); por lo tanto, las inyecciones submucosas aquí son extremadamente dolorosas. La *encía lingual superior*, o porción de la encía que cubre la cara lingual de los dientes y las apófisis alveolares, se continúa con la mucosa del paladar; por consiguiente, al inyectar un anestésico en la encía de un diente, queda anestesiada la mucosa del paladar adyacente.

Profundamente a la mucosa se hallan las **glándulas palatinas** que segregan moco (fig. 7-85B). Las aberturas de los conductos de estas glándulas otorgan un aspecto de hoyuelos (piel de naranja) a la mucosa palatina. En la línea media, posterior a los dientes incisivos maxilares, se halla la **papila incisiva.** Esta elevación de la mucosa está situada inmediatamente anterior a la *fosa incisiva* subyacente.

Radiados lateralmente desde la papila incisiva se hallan varios **pliegues palatinos transversos** o rugosidades palatinas (figura 7-85), que ayudan a manejar el alimento durante la mastica-


Fosa incisiva que recibe los conductos incisivos
Maxilar, apófisis palatina
Surco de los vasos palatinos mayores
Sutura intermaxilar
Sutura interpalatina
Hueso palatino
Lámina horizontal
Apófisis piramidal
Mayor
Menor
Agujeros palatinos
Gancho de la pterigoides
Láminas pterigoideas
Lateral
Medial
Espina nasal posterior
Vómer

(A) Vista inferior


Rafe palatino (mucosa del paladar duro)
Paladar duro
Gancho de la pterigoides (de la lámina medial de la pterigoides)
Aponeurosis palatina
Tensor del velo del paladar
Porción muscular del paladar blando
Glándulas palatinas
Mucosa del paladar blando
Úvula

(B) Vista inferior

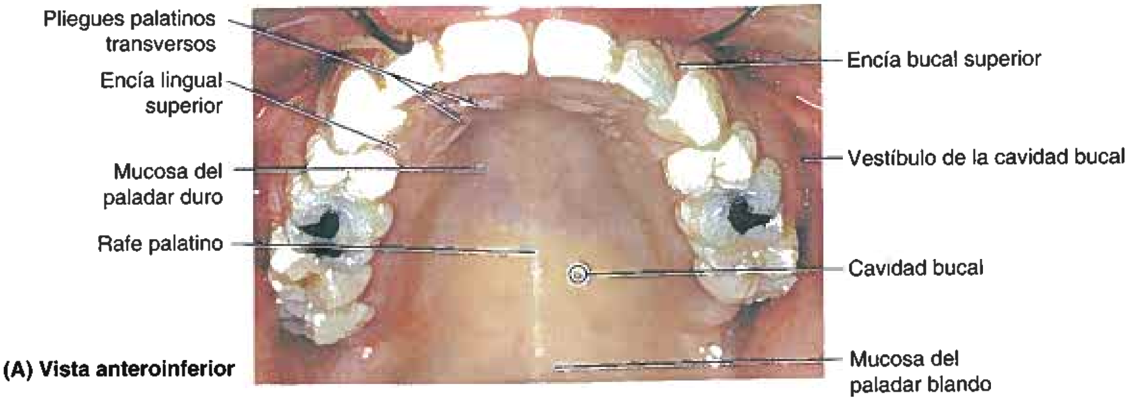
FIGURA 7-84. Paladar. Huesos y estructuras del paladar duro y blando. El paladar consta de porciones ósea **(A)**, aponeurótica y muscular **(B)**. En la parte **B.** se ha retirado la mucosa a cada lado del rafe palatino. La aponeurosis palatina está formada por la fusión de los tendones aplanados de los músculos tensores del velo del paladar derecho e izquierdo. Antes de aplanarse, cada tendón usa el gancho de la apófisis pterigoides como una tróclea o polea, y redirecciona su línea de tracción unos 90°.

ción. Posteriormente en la línea media del paladar desde la papila incisiva se halla una estrecha línea blanquecina, el **rafe palatino,** que puede presentarse como una cresta anteriormente y un surco posteriormente. El rafe palatino marca el lugar de fusión de los procesos palatinos embrionarios (crestas palatinas) (Moore y Persaud, 2008). Con la ayuda de la lengua, uno mismo puede notarse los pliegues palatinos transversos y el rafe palatino.

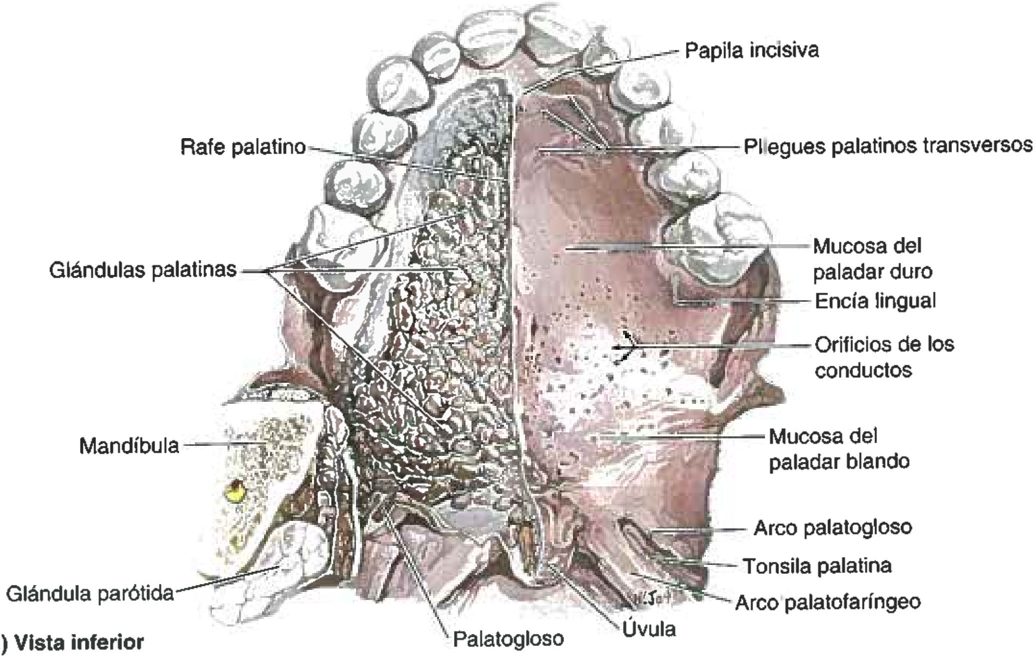
MÚSCULOS DEL PALADAR BLANDO

El paladar blando puede elevarse y ponerse en contacto con la pared posterior de la faringe. De este modo se cierra el **istmo de la faringe,** para lo cual es necesario respirar a través de la boca. El paladar blando también puede dirigirse inferiormente para contactar con la parte posterior de la lengua. Con esta maniobra se cierra el *istmo de las fauces,* de manera que el aire espirado se expulsa a través de la nariz (aunque la boca esté abierta) y se impide que las sustancias de la cavidad bucal pasen a la faringe. Al tensar el paladar blando se coloca en una posición intermedia, de modo que la lengua puede empujar contra él, comprimir el alimento masticado e impulsarlo al interior de la faringe para deglutirlo.

Los cinco músculos del paladar blando se originan en la base del cráneo y descienden hacia el paladar. Se ilustran en la figura 7-86, y sus inserciones, inervación y acciones se detallan en la tabla 7-14. Nótese que el sentido de tracción del vientre del *tensor del velo del*


Pliegues palatinos transversos
Encía lingual superior
Mucosa del paladar duro
Rafe palatino
Encía bucal superior
Vestíbulo de la cavidad bucal
Cavidad bucal
Mucosa del paladar blando

(A) Vista anteroinferior


Papila incisiva
Rafe palatino
Pliegues palatinos transversos
Glándulas palatinas
Mucosa del paladar duro
Encía lingual
Orificios de los conductos
Mandíbula
Mucosa del paladar blando
Arco palatogloso
Tonsila palatina
Glándula parótida
Arco palatofaríngeo
Palatogloso
Úvula

(B) Vista inferior

FIGURA 7-85. Dientes maxilares y paladar. A. Dientes maxilares y mucosa que cubre el paladar duro en una persona viva. **B.** Mucosa y glándulas del paladar. Los orificios de los conductos de las glándulas palatinas proporcionan a la mucosa un aspecto anaranjado. Las glándulas palatinas forman una capa gruesa en el paladar blando y una capa fina en el paladar duro; faltan en la región de la fosa incisiva y en la parte anterior del rafe palatino. (Parte A por cortesía del Dr. B. Liebgott, Professor, Division of Anatomy, Department of Surgery, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

paladar se redirige unos 90°, debido a que su tendón utiliza el gancho pterigoideo como polea o tróclea, lo que le permite traccionar horizontalmente sobre la aponeurosis.

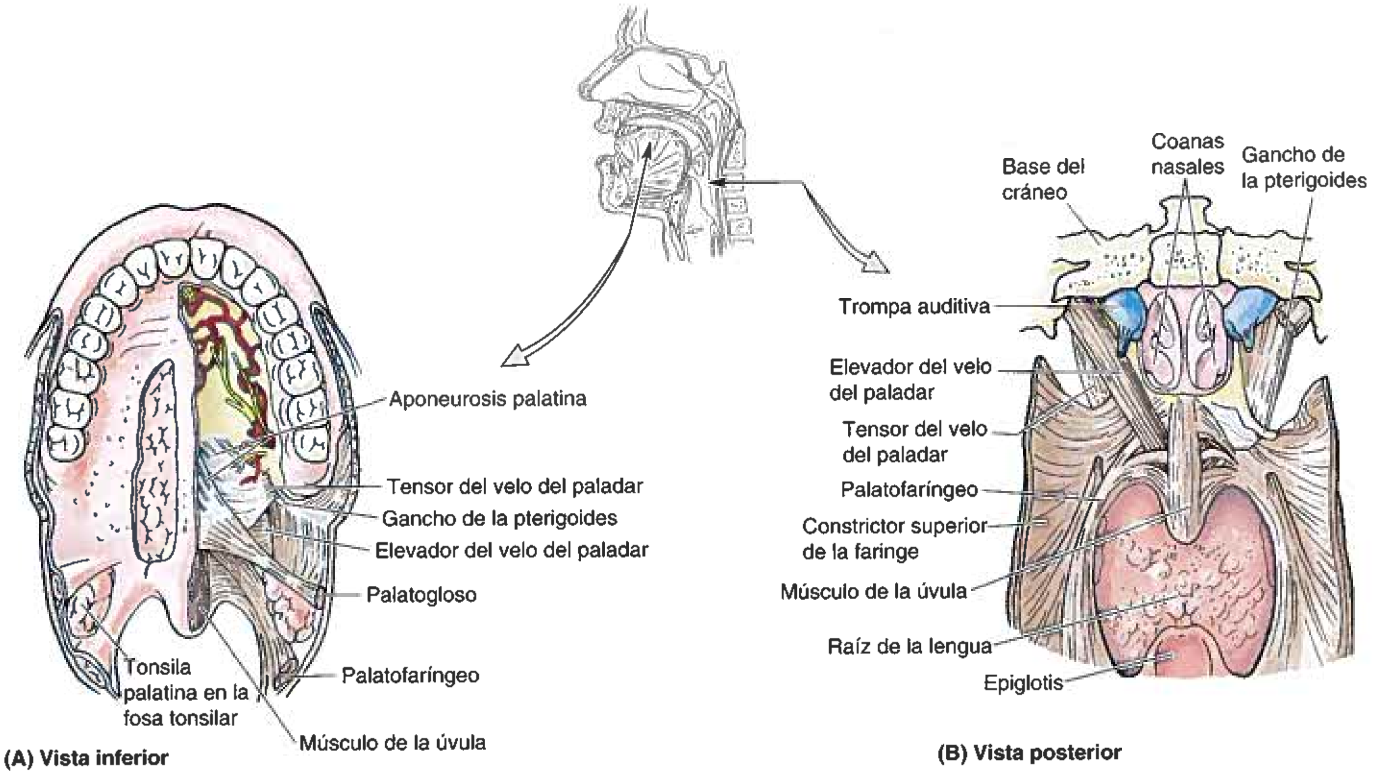
VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN DEL PALADAR

El paladar posee una abundante irrigación sanguínea procedente en ambos lados de la **arteria palatina mayor,** rama de la arteria palatina descendente (fig. 7-87). La arteria palatina mayor atraviesa el agujero homónimo y discurre anteromedialmente. La **arteria palatina menor,** una rama más pequeña de la arteria palatina descendente, penetra en el paladar a través del agujero palatino menor y se anastomosa con la **arteria palatina ascendente,** rama de la arteria facial (fig. 7-87B). Las **venas del paladar** son tributarias del *plexo venoso pterigoideo*.

Los *nervios sensitivos del paladar* son ramos del nervio maxilar (NC V$_2$), que se ramifican desde el *ganglio pterigopalatino* (figura 7-87A). El **nervio palatino mayor** inerva las encías, la mucosa y las glándulas de la mayor parte del paladar duro. El **nervio nasopalatino** inerva la mucosa de la parte anterior del paladar duro (fig. 7-87B). Los **nervios palatinos menores** inervan el paladar blando. Los nervios palatinos acompañan a las arterias a través de los agujeros palatinos mayor y menor, respectivamente. Excepto el tensor del velo del paladar, inervado por el NC V$_3$, todos los músculos del paladar blando reciben su inervación a través del *plexo nervioso faríngeo* (v. cap. 8).

Lengua

La **lengua** es un órgano muscular móvil que puede adoptar una serie de formas y posiciones. Se halla en parte en la cavidad bucal y en parte en la orofaringe. Las principales funciones de la lengua son la articulación (formación de palabras al hablar) y la introducción de los alimentos en la orofaringe como parte de la deglución.


Aponeurosis palatina
Tensor del velo del paladar
Gancho de la pterigoides
Elevador del velo del paladar
Palatogloso
Tonsila palatina en la fosa tonsilar
Palatofaríngeo
Músculo de la úvula
Base del cráneo
Coanas nasales
Gancho de la pterigoides
Trompa auditiva
Elevador del velo del paladar
Tensor del velo del paladar
Palatofaríngeo
Constrictor superior de la faringe
Músculo de la úvula
Raíz de la lengua
Epiglotis

(A) Vista inferior **(B) Vista posterior**

FIGURA 7-86. **Músculos del paladar blando.**

TABLA 7-14. MÚSCULOS DEL PALADAR BLANDO

Músculo	Inserción superior	Inserción inferior	Inervación	Acción principal
Tensor del velo del paladar	Fosa escafoidea de la lámina medial de la pterigoides, espina del esfenoides y cartílago de la trompa auditiva	Aponeurosis palatina	Nervio pterigoideo medial (un ramo del nervio mandibular, NC V_3) a través del ganglio ótico	Tensa el paladar blando y abre el orificio de la trompa auditiva durante la deglución y el bostezo
Elevador del velo del paladar	Cartílago de la trompa auditiva y porción petrosa del temporal		Ramo faríngeo del nervio vago (NC X) a través del plexo faríngeo	Eleva el paladar blando durante la deglución y el bostezo
Palatogloso	Aponeurosis palatina	Lado de la lengua		Eleva la parte posterior de la lengua y tira del paladar blando hacia la lengua
Palatofaríngeo	Paladar duro y aponeurosis palatina	Pared lateral de la faringe		Tensa el paladar blando y tira de las paredes de la faringe superior, anterior y medialmente durante la deglución
Músculo de la úvula	Espina nasal posterior y aponeurosis palatina	Mucosa de la úvula		Acorta la úvula y tira de ella superiormente

La lengua participa también en la masticación, el gusto y la limpieza bucal.

PARTES Y CARAS DE LA LENGUA

La lengua tiene una raíz, un cuerpo y un vértice (fig. 7-88A). La **raíz de la lengua** es la porción posterior fijada, que se extiende entre la mandíbula, el hueso hioides y la cara posterior de la lengua, casi vertical. El **cuerpo de la lengua** está constituido aproximadamente por sus dos tercios anteriores, entre la raíz y el vértice. El **vértice** (punta) de la lengua es el extremo anterior de su cuerpo, que se apoya sobre los dientes incisivos. El cuerpo y el vértice de la lengua son extremadamente móviles.

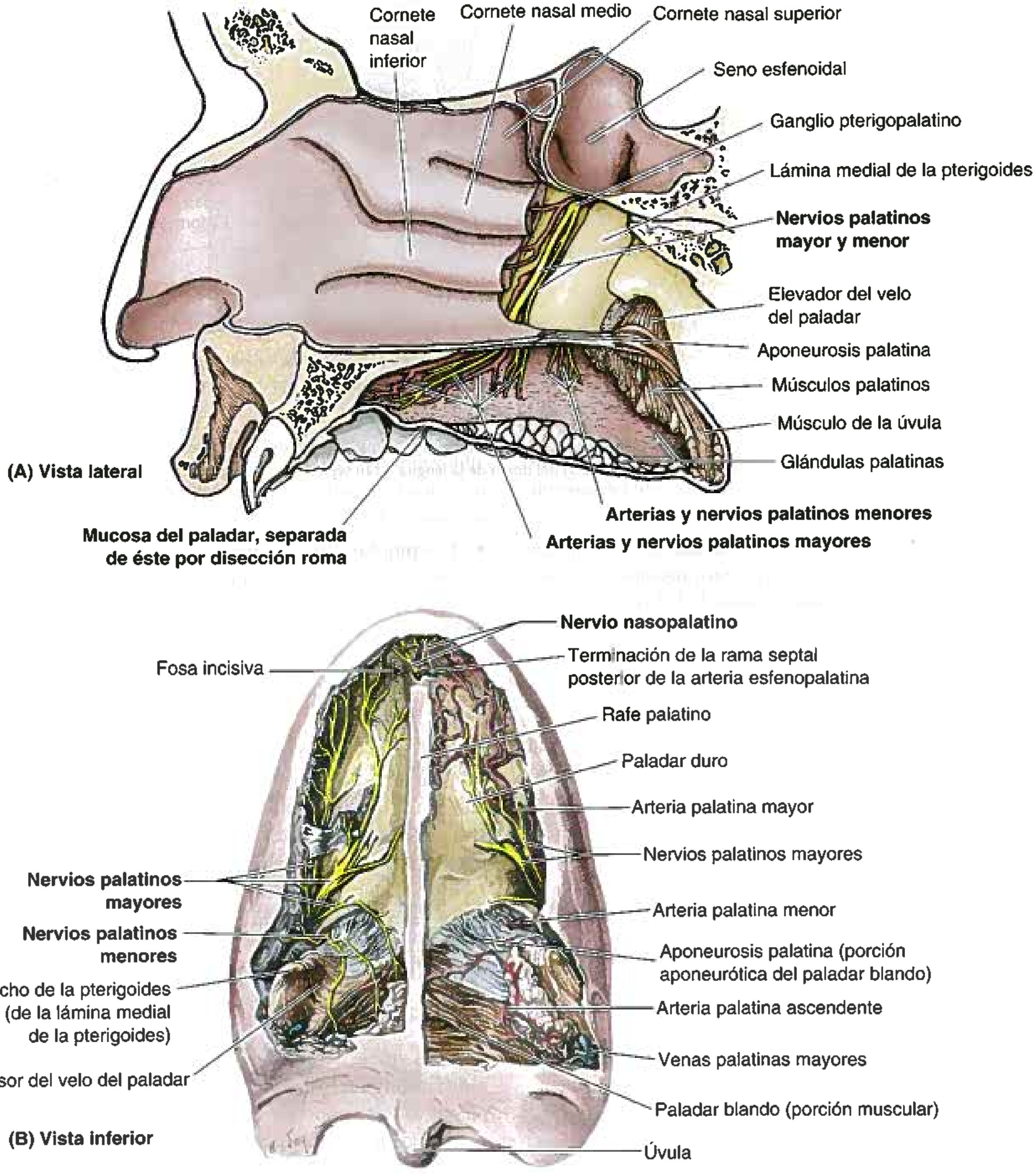

Cornete nasal inferior
Cornete nasal medio
Cornete nasal superior
Seno esfenoidal
Ganglio pterigopalatino
Lámina medial de la pterigoides
Nervios palatinos mayor y menor
Elevador del velo del paladar
Aponeurosis palatina
Músculos palatinos
Músculo de la úvula
Glándulas palatinas
(A) Vista lateral
Arterias y nervios palatinos menores
Mucosa del paladar, separada de éste por disección roma
Arterias y nervios palatinos mayores
Nervio nasopalatino
Fosa incisiva
Terminación de la rama septal posterior de la arteria esfenopalatina
Rafe palatino
Paladar duro
Arteria palatina mayor
Nervios palatinos mayores
Nervios palatinos mayores
Arteria palatina menor
Nervios palatinos menores
Aponeurosis palatina (porción aponeurótica del paladar blando)
Gancho de la pterigoides (de la lámina medial de la pterigoides)
Arteria palatina ascendente
Venas palatinas mayores
Tensor del velo del paladar
Paladar blando (porción muscular)
(B) Vista inferior
Úvula

FIGURA 7-87. Nervios y vasos del paladar. A. En esta disección de la parte posterior de la pared lateral de la cavidad nasal se ha separado la mucosa del paladar, que contiene una capa de glándulas mucosas, de las regiones dura y blanda del paladar mediante disección roma. Se han seccionado los extremos posteriores de los cornetes nasales medio e inferior; éstos y el mucoperiostio se han separado de la pared de la nariz hasta el borde posterior de la lámina medial de la pterigoides. Se ha roto la lámina perpendicular del palatino para exponer las arterias y los nervios palatinos que descienden desde la fosa pterigopalatina en el conducto palatino. **B.** Nervios y vasos de un paladar sin dientes. Se ha retirado la mucosa a cada lado del rafe medio, mostrando un ramo del nervio palatino mayor a cada lado, y la arteria en el lado lateral. Hay cuatro arterias palatinas, dos en el paladar duro (palatina mayor y rama terminal de la arteria esfenopalatina/septal nasal posterior) y dos en el paladar blando (palatina menor y palatina ascendente).

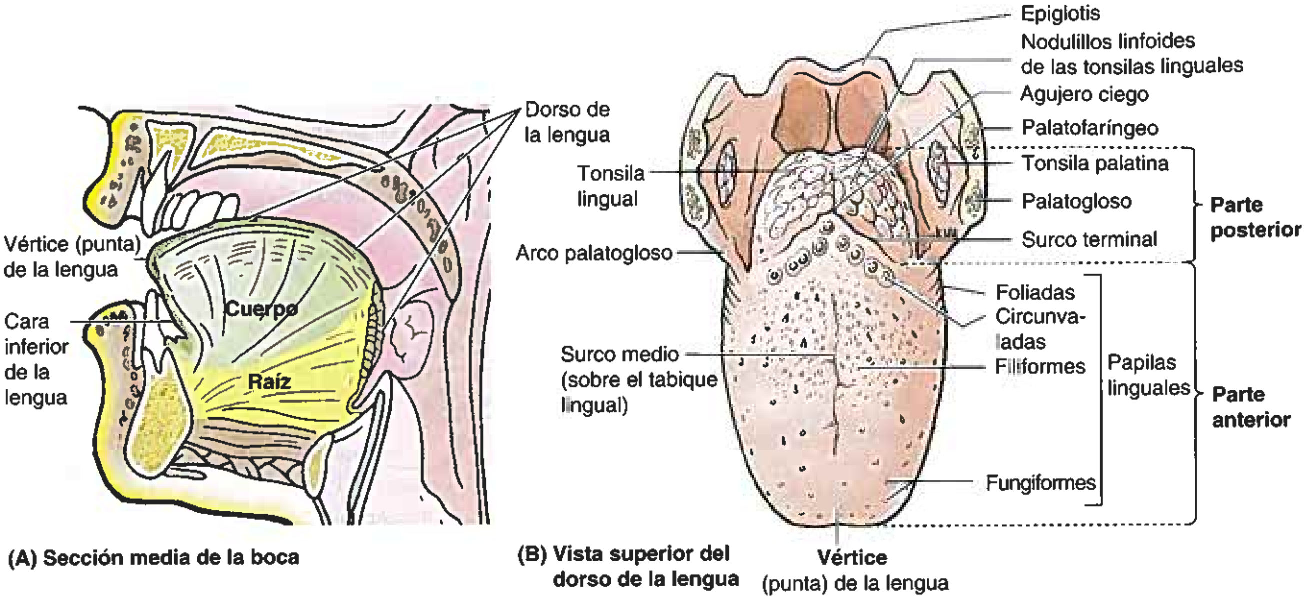

Dorso de la lengua
Vértice (punta) de la lengua
Cara inferior de la lengua
Cuerpo
Raíz
(A) Sección media de la boca
Epiglotis
Nodulillos linfoides de las tonsilas linguales
Agujero ciego
Palatofaríngeo
Tonsila lingual
Tonsila palatina
Palatogloso
Parte posterior
Arco palatogloso
Surco terminal
Foliadas
Circunvaladas
Filiformes
Papilas linguales
Parte anterior
Surco medio (sobre el tabique lingual)
Fungiformes
(B) Vista superior del dorso de la lengua
Vértice (punta) de la lengua

FIGURA 7-88. Partes y características de la lengua. La porción libre anterior que constituye la mayor parte de la masa de la lengua es el cuerpo. La porción fija posterior es la raíz. Las partes anterior (dos tercios) y posterior (un tercio) del dorso de la lengua están separadas por el surco terminal y el agujero ciego.

La lengua presenta dos caras. La más extensa, la cara superior y posterior, es el *dorso de la lengua*. La *cara inferior de la lengua* descansa habitualmente sobre el suelo de la boca. El borde de la lengua, que separa las dos caras, está relacionado a ambos lados con las encías linguales y los dientes laterales. El **dorso de la lengua** se caracteriza por la presencia de un surco en forma de V, el **surco terminal,** cuyo vértice está dirigido posteriormente hacia el *agujero ciego* (fig. 7-88B). Este pequeño hoyo, a menudo ausente, es el resto afuncional de la parte proximal del conducto tirogloso embrionario, a partir del cual se desarrolla la glándula tiroides. El surco terminal divide transversalmente el dorso de la lengua en una **parte anterior** al surco, que se encuentra en la cavidad bucal propiamente dicha, y una **parte posterior** al surco, en la orofaringe.

Un **surco medio** divide la parte anterior de la lengua en dos, derecha e izquierda. La *mucosa de la parte anterior* de la lengua es relativamente delgada y se halla estrechamente unida al músculo subyacente. Su textura es rugosa por la presencia de numerosas **papilas linguales** de pequeño tamaño:

- Las **papilas circunvaladas** son grandes y de cúspide aplanada; se encuentran directamente anteriores al surco terminal y se disponen en una fila en forma de V. Están rodeadas por surcos profundos semejantes a fosos circulares, cuyas paredes están recubiertas por *botones gustativos*. Los conductos de las glándulas serosas linguales se abren en estos surcos.
- Las **papilas foliadas** son pequeños pliegues laterales de la mucosa lingual; están poco desarrolladas en la especie humana.
- Las **papilas filiformes** son largas, numerosas y contienen terminaciones nerviosas aferentes sensibles al tacto. Estas proyecciones cónicas son de un color gris rosado y se hallan dispuestas en filas en forma de V, paralelamente al surco terminal excepto en el vértice, donde suelen disponerse transversalmente.
- Las **papilas fungiformes** tienen forma de seta y aparecen como puntos rosas o rojos; están esparcidas entre las papilas filiformes, pero son más numerosas en el vértice y los bordes de la lengua.

Las papilas circunvaladas, foliadas y la mayoría de las fungiformes contienen receptores gustativos en los botones gustativos.

La *mucosa de la parte posterior de la lengua* es más gruesa y móvil. Carece de papilas linguales, pero los **nodulillos linfoides** subyacentes, a los que se conoce colectivamente como **tonsila** (amígdala) **lingual,** confieren su aspecto adoquinado e irregular a esta parte de la lengua. La parte faríngea de la lengua constituye la pared anterior de la orofaringe y sólo puede inspeccionarse con un espejo o al ejercer presión hacia abajo con un depresor lingual.

La **cara inferior de la lengua** está cubierta por una mucosa delgada y transparente (fig. 7-89). Esta cara conecta con el suelo de la boca mediante un repliegue medio denominado **frenillo lingual,** a pesar del cual puede moverse libremente la porción anterior de la lengua. A cada lado del frenillo, una vena lingual profunda es visible a través de la delgada mucosa. Existe una **carúncula sublingual** (papila) a cada lado de la base del frenillo lingual; en ella se encuentra el *orificio del conducto submandibular*, procedente de la glándula salivar submandibular.

MÚSCULOS DE LA LENGUA

La lengua es esencialmente una masa de músculos que está cubierta, en su mayor parte, por mucosa (fig. 7-90; tabla 7-15). Al igual que en la órbita, es tradicional describir las acciones de los músculos de la lengua asociando: *1*) una única acción a un músculo específico, o *2*) describiendo un movimiento particular como consecuencia de la acción de un único músculo. Este enfoque facilita el aprendizaje, pero simplifica en exceso las acciones de la lengua. Los músculos de la lengua no actúan aisladamente, y algunos realizan múltiples acciones; además, partes de un solo músculo

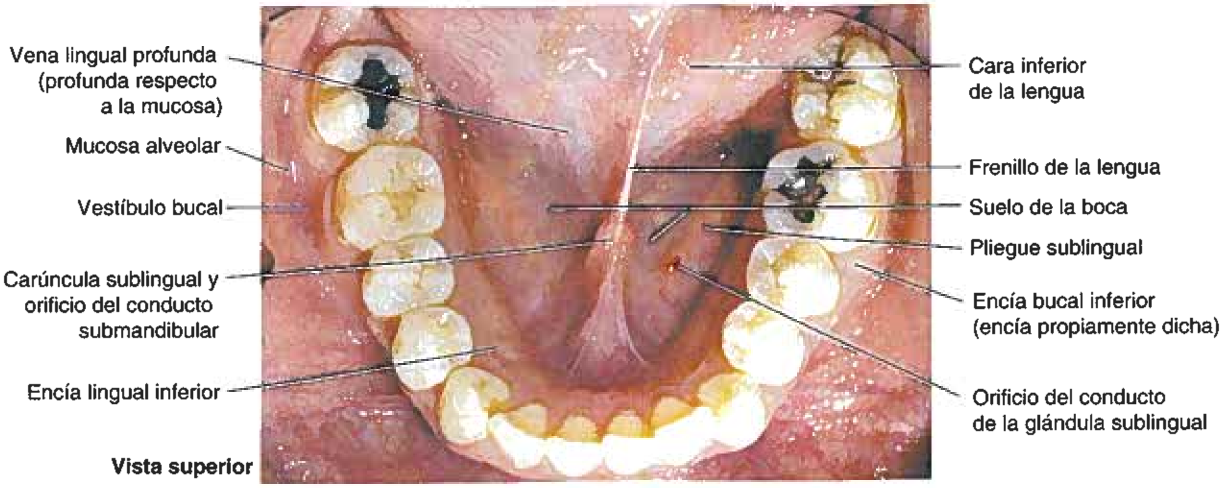

Vena lingual profunda (profunda respecto a la mucosa)
Mucosa alveolar
Vestíbulo bucal
Carúncula sublingual y orificio del conducto submandibular
Encía lingual inferior
Vista superior
Cara inferior de la lengua
Frenillo de la lengua
Suelo de la boca
Pliegue sublingual
Encía bucal inferior (encía propiamente dicha)
Orificio del conducto de la glándula sublingual

FIGURA 7-89. Suelo de la boca y vestíbulo bucal. La lengua está elevada y retraída hacia arriba. (Cortesía del Dr. B. Liebgott, Professor, Division of Anatomy, Department of Surgery, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

pueden actuar de modo independiente y producir acciones diferentes, incluso antagónicas. En general, sin embargo, los *músculos extrínsecos* modifican la posición de la lengua, y los *músculos intríseco*s alteran su forma. Los cuatro músculos intrínsecos y los cuatro extrínsecos en cada mitad de la lengua están separados por un **tabique lingual** fibroso medio, que se fusiona posteriormente con la aponeurosis lingual.

Músculos extrínsecos de la lengua. Los **músculos extrínsecos de la lengua** (geniogloso, hiogloso, estilogloso y palatogloso) se originan fuera de la lengua y se insertan en ella. Aunque su acción principal es mover la lengua, también pueden modificar su forma. Estos músculos se ilustran en la figura 7-90, y su forma, posición, inserciones y acciones principales se describen en la tabla 7-15.

Músculos intrínsecos de la lengua. Los músculos longitudinales superior e inferior, transverso y vertical, están confinados a la lengua. Sus inserciones se realizan totalmente en el interior de la lengua y no se insertan en el hueso. Estos músculos se ilustran en la figura 7-90, y su forma, posición, inserciones y acciones principales se describen en la tabla 7-15. Los **músculos longitudinales superior** e **inferior** actúan conjuntamente para acortar y engrosar la lengua y retraerla cuando está protruida. Los **músculos transverso** y **vertical** actúan simultáneamente para alargar y estrechar la lengua; en esta acción, la lengua puede presionar contra los dientes incisivos o salir de la boca abierta (especialmente cuando actúa también la parte posteroinferior del geniogloso).

INERVACIÓN DE LA LENGUA

Todos los músculos de la lengua, excepto el *palatogloso*, reciben inervación motora del NC XII, el **nervio hipogloso** (fig. 7-91). El palatogloso es un músculo palatino inervado por el *plexo faríngeo*. En cuanto a la sensibilidad general (tacto y temperatura), la mucosa de los dos tercios anteriores de la lengua está inervada por el *nervio lingual*, ramo del NC V_3 (figs. 7-91, 7-95 y 7-96). Para la sensibilidad especial (gusto), dicha parte de la lengua, a excepción de las papilas circunvaladas, recibe inervación de la *cuerda del tímpano*, ramo del NC VII. La cuerda del tímpano se une al nervio lingual en la fosa infratemporal y discurre anteriormente en su vaina. La mucosa del tercio posterior de la lengua y las papilas circunvaladas reciben inervación del ramo lingual del *nervio glosofaríngeo* (NC IX) para las sensibilidades general y especial. Pequeños ramos del **nervio laríngeo interno,** ramo del nervio vago (NC X), aportan casi toda la sensibilidad general y algo de la sensibilidad especial a una pequeña área de la lengua situada inmediatamente anterior a la epiglotis. Estos nervios, principalmente sensitivos, llevan también **fibras parasimpáticas secretomotoras** a las glándulas serosas de la lengua.

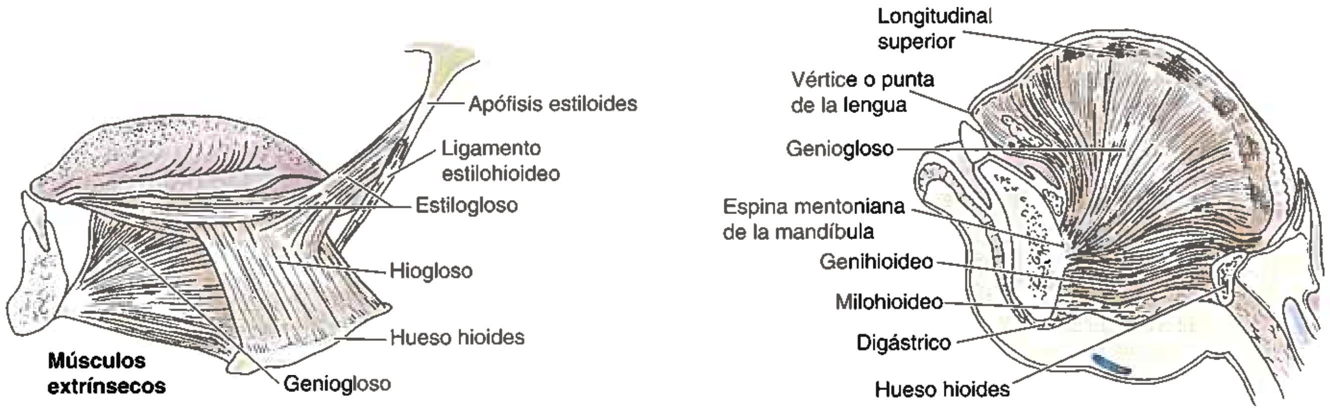
Existen cuatro sensaciones gustativas básicas, o sabores: *dulce, salado, ácido* y *amargo*. El sabor dulce se detecta en el vértice de la lengua; el salado, en los bordes laterales; el ácido y el amargo, en la parte posterior. Todos los demás «gustos» expresados por los gourmets son sensaciones olfatorias (olfato y aroma).

VASCULARIZACIÓN DE LA LENGUA

Las arterias de la lengua proceden de la **arteria lingual,** rama de la *arteria carótida externa* (fig. 7-92). Al entrar en la lengua, la arteria lingual discurre profundamente al músculo hiogloso. Las **arterias dorsales de la lengua** irrigan la raíz; las **arterias profundas de la lengua** irrigan el cuerpo. Las arterias profundas de la lengua se comunican entre sí cerca del vértice de la lengua. El *tabique lingual* impide la comunicación entre las arterias dorsales de la lengua (fig. 7-90C).

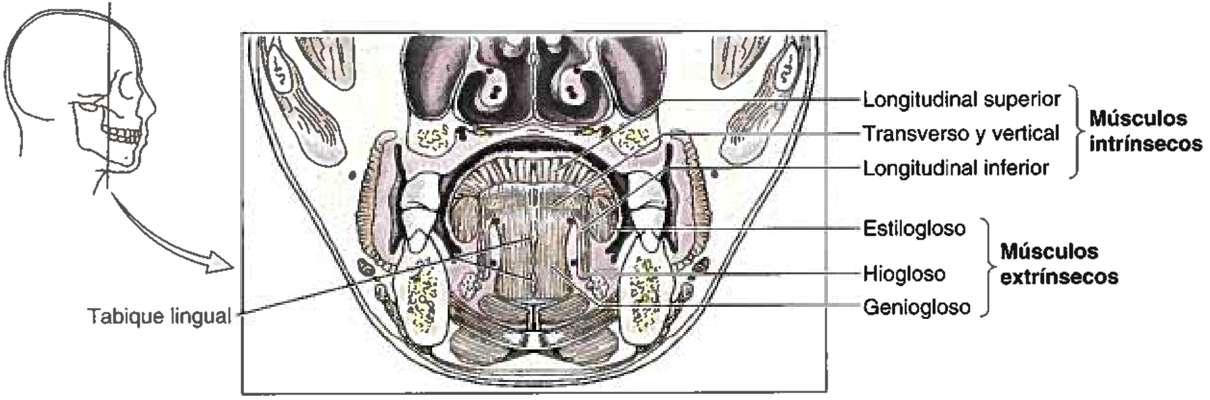
Las venas de la lengua son las **venas dorsales de la lengua,** que acompañan a la arteria lingual; las **venas profundas de la lengua,** que comienzan en el vértice de la lengua, discurren posteriormente junto al frenillo lingual y desembocan en la **vena sublingual** (fig. 7-93). En el anciano, las venas sublinguales a menudo son varicosas (grandes y tortuosas). Algunas de estas venas, o todas ellas, pueden drenar directamente en la vena yugular interna, o indirectamente después de haberse unido para formar una **vena lingual,** que acompaña a la parte inicial de la arteria lingual.

El **drenaje linfático de la lengua** es excepcional. La mayor parte converge hacia el drenaje venoso y lo sigue; sin embargo, la


Apófisis estiloides
Ligamento estilohioideo
Estilogloso
Hiogloso
Hueso hioides
Músculos extrínsecos
Geniogloso
Longitudinal superior
Vértice o punta de la lengua
Geniogloso
Espina mentoniana de la mandíbula
Genihioideo
Milohioideo
Digástrico
Hueso hioides

(A) Vista lateral

(B) Vista medial de la mitad derecha de la lengua


Longitudinal superior
Transverso y vertical
Longitudinal inferior
Músculos intrínsecos
Estilogloso
Hiogloso
Geniogloso
Músculos extrínsecos
Tabique lingual

(C) Vista anterior de la sección frontal de la boca

FIGURA 7-90. Músculos de la lengua.

TABLA 7-15. MÚSCULOS DE LA LENGUA

Músculo	Forma y posición	Inserción proximal	Inserción distal	Acción(es) principal(es)
Músculos extrínsecos de la lengua[a]				
Geniogloso	Músculo en forma de abanico; forma la mayor parte de la lengua	A través de un tendón corto en la parte superior de la espina mentoniana de la mandíbula	Todo el dorso de la lengua; las fibras más inferiores y más posteriores se unen al cuerpo del hioides	La actividad bilateral deprime la lengua, especialmente la porción central, creando un surco longitudinal; la parte posterior tira de la lengua anteriormente para impulsarla hacia delante[a]; la parte más anterior retrae el vértice de la lengua protruida; la contracción unilateral desvía la lengua hacia el lado contralateral
Hipogloso	Músculo delgado, cuadrilátero	Cuerpo y asta mayor del hioides	Caras inferiores de las partes laterales de la lengua	Deprime la lengua, sobre todo tirando inferiormente de sus lados; ayuda a acortar (retraer) la lengua
Estilogloso	Músculo triangular corto, pequeño	Borde anterior de la parte distal de la apófisis estiloides; ligamento estilohioideo	Lados de la lengua posteriormente, formando interdigitaciones con el hiogloso	Retrae la lengua y enrosca (eleva) sus lados; actúa con el geniogloso para formar un canal central durante la deglución
Palatogloso[b]	Músculo palatino estrecho, en forma de semiluna; forma el arco palatogloso posterior del istmo de las fauces	Aponeurosis palatina del paladar blando	Entra en la parte posterolateral de la lengua transversalmente y se mezcla con los músculos intrínsecos transversos de la lengua	Es capaz de elevar la parte posterior de la lengua o deprimir el paladar blando; actúa fundamentalmente como constrictor del istmo de las fauces

TABLA 7-15. MÚSCULOS DE LA LENGUA *(Continuación)*

Músculo	Forma y posición	Inserción proximal	Inserción distal	Acción(es) principal(es)
Músculos intrínsecos de la lengua[a]				
Longitudinal superior	Lámina delgada profunda a la mucosa del dorso de la lengua	Capa fibrosa submucosa y tabique fibroso medio	Bordes de la lengua y mucosa	Enrosca la lengua longitudinalmente hacia arriba, elevando el vértice y los lados de la lengua; acorta (retrae) la lengua
Longitudinal inferior	Banda estrecha junto a la cara inferior	Raíz de la lengua y cuerpo del hioides	Vértice de la lengua	Enrosca la lengua longitudinalmente hacia abajo, deprimiendo el vértice; acorta (retrae) la lengua
Transverso	Profundo al músculo longitudinal superior	Tabique fibroso medio	Tejido fibroso en los bordes laterales de la lengua	Estrecha y alarga (protruye) la lengua
Vertical	Fibras que forman intersección con el músculo transverso	Capa fibrosa submucosa del dorso de la lengua	Cara inferior de los bordes de la lengua	Aplana y ensancha la lengua[c]

[a] Salvo el palatogloso, los músculos de la lengua están inervados por el nervio hipogloso (NC XII).

[b] El palatogloso, que en realidad es un músculo palatino, está inervado por el nervio vago (NC X).

[c] Actúan simultáneamente para protruir la lengua.

linfa procedente del vértice de la lengua, el frenillo y la parte central del labio inferior sigue un curso independiente (fig. 7-94). La linfa de la lengua sigue cuatro rutas:

1. La linfa de la *raíz* drena bilateralmente en los **nódulos linfáticos cervicales profundos superiores.**
2. La linfa de la *parte medial del cuerpo* drena bilateral y directamente en los **nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores.**
3. La linfa de las *partes laterales* derecha e izquierda *del cuerpo* drena en los **nódulos linfáticos submandibulares** homolaterales.
4. El *vértice y el frenillo* drenan en los **nódulos linfáticos submentonianos;** la porción medial drena en ambos lados.

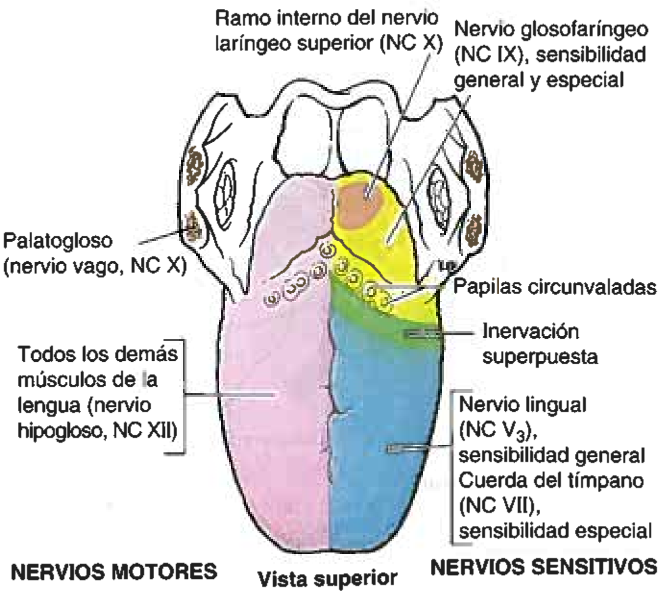

Ramo interno del nervio laríngeo superior (NC X)
Nervio glosofaríngeo (NC IX), sensibilidad general y especial
Palatogloso (nervio vago, NC X)
Papilas circunvaladas
Inervación superpuesta
Todos los demás músculos de la lengua (nervio hipogloso, NC XII)
Nervio lingual (NC V3), sensibilidad general
Cuerda del tímpano (NC VII), sensibilidad especial
NERVIOS MOTORES
Vista superior
NERVIOS SENSITIVOS

FIGURA 7-91. **Inervación de la lengua.**

Toda la linfa procedente de la lengua drena finalmente en los nódulos cervicales profundos y discurre por los troncos venosos yugulares al interior del sistema venoso en los ángulos venosos derecho e izquierdo.

Glándulas salivares

Las glándulas salivares incluyen las glándulas parótidas, submandibulares y sublinguales (fig. 7-95). El líquido transparente, insípido,

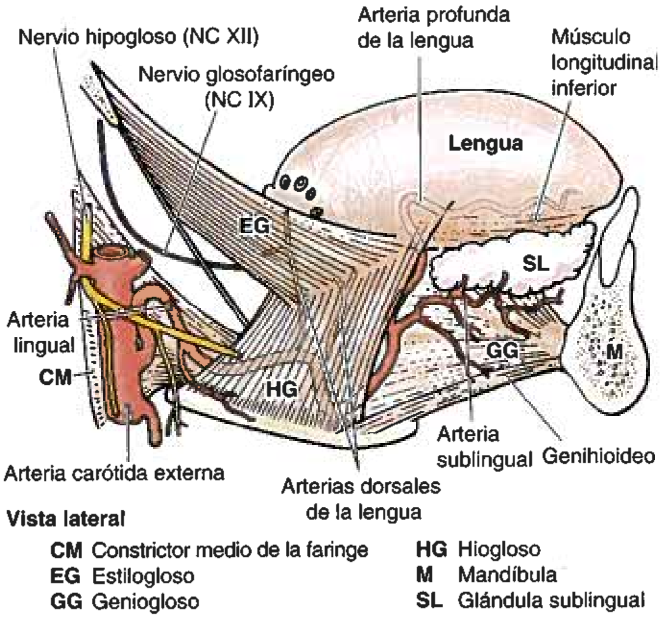

Nervio hipogloso (NC XII)
Arteria profunda de la lengua
Músculo longitudinal inferior
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Lengua
EG
SL
Arteria lingual
CM
HG
GG
M
Arteria carótida externa
Arterias dorsales de la lengua
Arteria sublingual
Genihioideo
Vista lateral
CM Constrictor medio de la faringe
EG Estilogloso
GG Geniogloso
HG Hiogloso
M Mandíbula
SL Glándula sublingual

FIGURA 7-92. **Arterias de la lengua.** La principal arteria de la lengua es la arteria lingual, una rama de la arteria carótida externa. Las arterias dorsales de la lengua irrigan la raíz de la lengua y proporcionan una rama para la tonsila palatina. La arteria profunda de la lengua irriga el cuerpo de la lengua. Las arterias sublinguales irrigan el suelo de la boca, incluyendo las glándulas sublinguales.

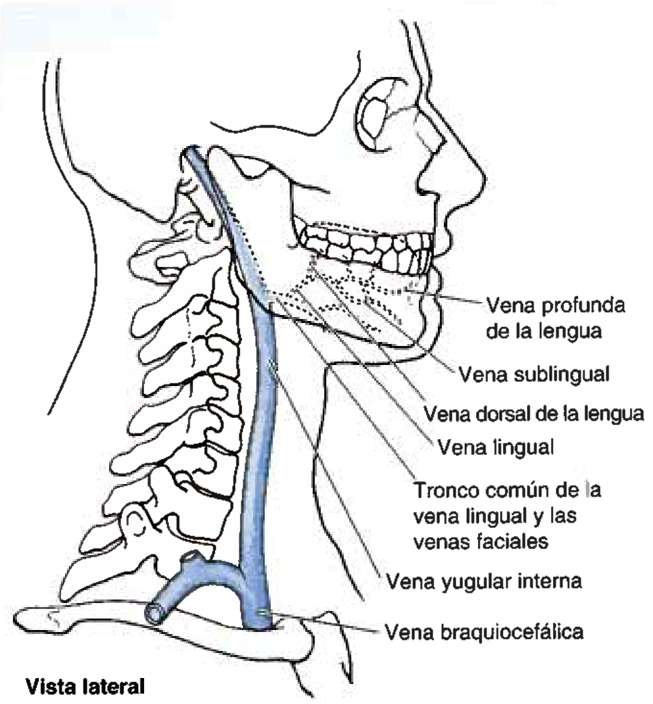
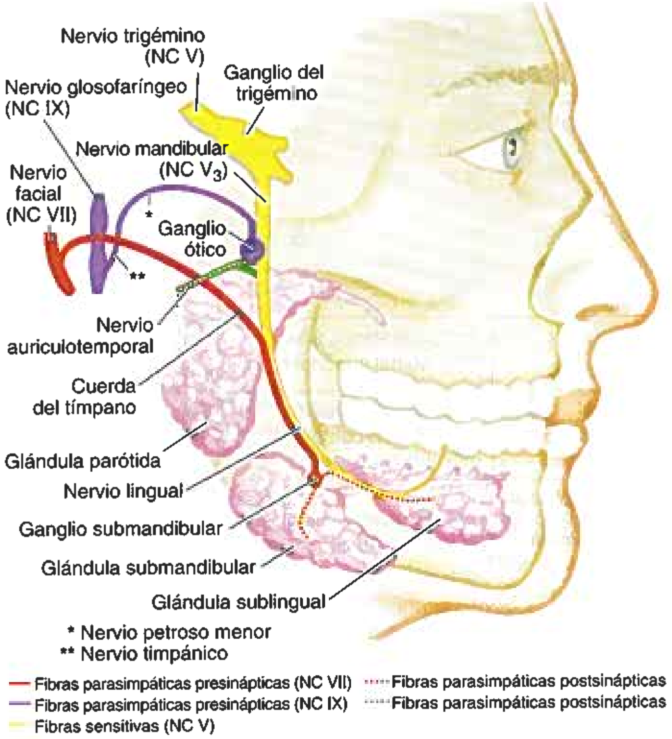

Vena profunda de la lengua
Vena sublingual
Vena dorsal de la lengua
Vena lingual
Tronco común de la vena lingual y las venas faciales
Vena yugular interna
Vena braquiocefálica
Vista lateral

FIGURA 7-93. **Drenaje venoso de la lengua.**


Nervio trigémino (NC V)
Ganglio del trigémino
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Nervio mandibular (NC V3)
Nervio facial (NC VII)
*
Ganglio ótico
**
Nervio auriculotemporal
Cuerda del tímpano
Glándula parótida
Nervio lingual
Ganglio submandibular
Glándula submandibular
Glándula sublingual
* Nervio petroso menor
** Nervio timpánico
Fibras parasimpáticas presinápticas (NC VII)
Fibras parasimpáticas presinápticas (NC IX)
Fibras sensitivas (NC V)
Fibras parasimpáticas postsinápticas
Fibras parasimpáticas postsinápticas

Las fibras simpáticas postsinápticas del ganglio cervical superior discurren junto a las arterias y glándulas en plexos periarteriales

FIGURA 7-95. **Inervación de las glándulas salivares.**

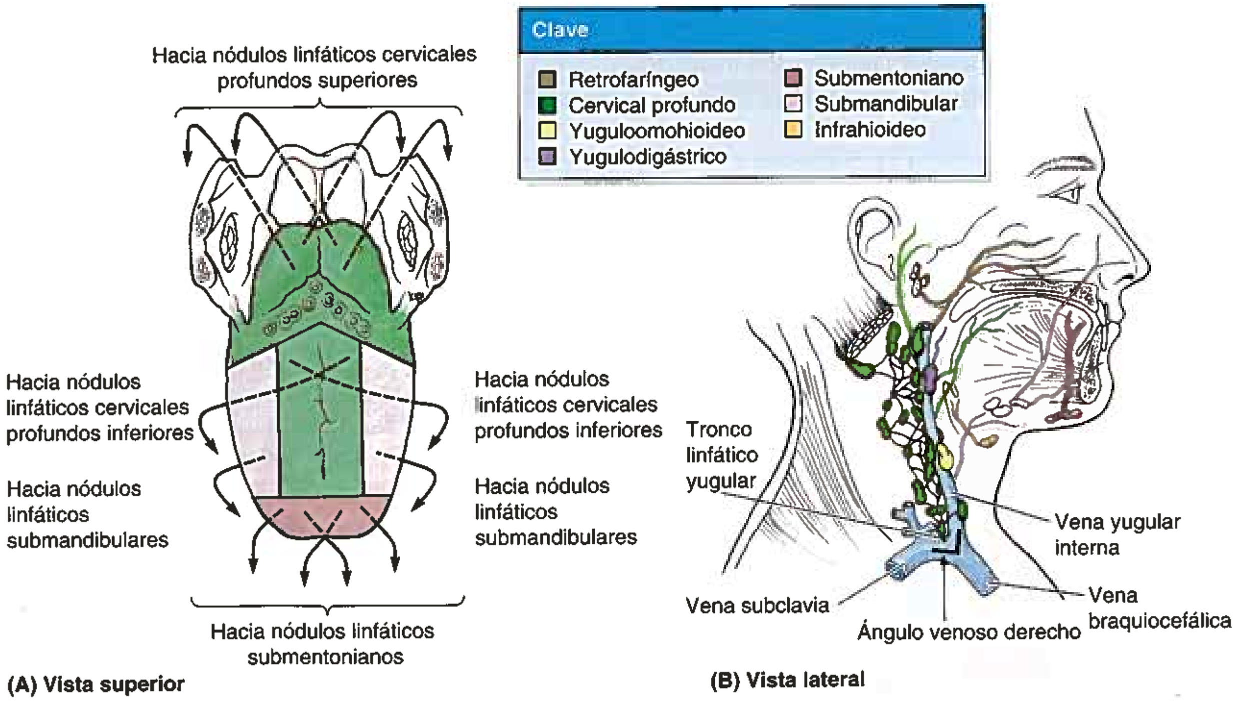

Clave
Retrofaríngeo
Cervical profundo
Yuguloomohioideo
Yugulodigástrico
Submentoniano
Submandibular
Infrahioideo
Hacia nódulos linfáticos cervicales profundos superiores
Hacia nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores
Hacia nódulos linfáticos submandibulares
Hacia nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores
Hacia nódulos linfáticos submandibulares
Hacia nódulos linfáticos submentonianos
(A) Vista superior
Tronco linfático yugular
Vena yugular interna
Vena subclavia
Vena braquiocefálica
Ángulo venoso derecho
(B) Vista lateral

FIGURA 7-94. **Drenaje linfático de la lengua. A.** Dorso de la lengua. **B.** Drenaje linfático hacia los nódulos linfáticos submentonianos, submandibulares y cervicales profundos superiores e inferiores, incluyendo los nódulos yugulodigástrico y yuguloomohioideo. A través de la línea media de la lengua se producen amplias comunicaciones.

inodoro y viscoso, la **saliva,** que segregan estas glándulas y las glándulas mucosas de la cavidad bucal:

- Mantiene húmeda la mucosa bucal.
- Lubrifica los alimentos durante la masticación.
- Comienza la digestión de los almidones.
- Sirve de «lavado de boca» intrínseco.
- Desempeña papeles significativos en la prevención de la caries dental y en la capacidad gustativa.

Además de las glándulas salivares principales, existen pequeñas **glándulas salivares accesorias** dispersas por el paladar, los labios, las mejillas, las tonsilas y la lengua. Las *glándulas parótidas,* las mayores de las tres glándulas salivares dobles, se han expuesto anteriormente en este capítulo (p. 914). Las glándulas parótidas están localizadas lateral y posteriormente a las ramas de la mandíbula y a los músculos maseteros, dentro de vainas fibrosas rígidas, y drenan anteriormente por vía de conductos únicos que entran en el vestíbulo bucal frente al segundo molar maxilar.

GLÁNDULAS SUBMANDIBULARES

Las **glándulas submandibulares** se sitúan a lo largo del cuerpo de la mandíbula, parcialmente superiores e inferiores a la mitad posterior de la mandíbula, y también parcialmente superficiales y profundas al músculo milohioideo (fig. 7-96). **El conducto submandibular,** de unos 5 cm de largo, surge de la porción de la glándula que está situada entre los músculos milohioideo e hiogloso. A su paso desde la porción lateral a la medial, el *nervio lingual* forma un asa bajo el conducto, que discurre anteriormente y se abre en uno a tres orificios en una pequeña papila sublingual junto a la base del frenillo lingual (fig. 7-96B). Los orificios de los conductos submandibulares son visibles, y a menudo también puede verse la saliva goteando de ellos (o saliendo en *spray* al bostezar). La **irrigación arterial de las glándulas submandibulares** proviene de las **arterias submentonianas** (fig. 7-92). Las **venas** acompañan a las arterias. Los **vasos linfáticos** de las glándulas finalizan en los *nódulos linfáticos cervicales profundos,* sobre todo en el *nódulo yuguloomohioideo* (fig. 7-94B).

Las glándulas submandibulares reciben fibras parasimpáticas presinápticas secretomotoras que lleva el nervio facial al nervio lingual por la cuerda del tímpano, que hacen sinapsis con neuronas postsinápticas en el ganglio submandibular (fig. 7-95). Estas últimas fibras acompañan a las arterias y alcanzan la glándula, junto con fibras simpáticas postsinápticas vasoconstrictoras desde el ganglio cervical superior.

GLÁNDULAS SUBLINGUALES

Las **glándulas sublinguales** son las glándulas salivares de menor tamaño y las situadas más profundamente (fig. 7-96). Cada glándula, de forma almendrada, se sitúa en el suelo de la boca entre la mandíbula y el músculo geniogloso. Las glándulas de ambos lados se unen para constituir una masa en forma de herradura en torno al núcleo de tejido conectivo del frenillo lingual. Numerosos **conductos sublinguales** de pequeño tamaño se abren en el suelo de la boca a lo largo de los pliegues sublinguales. La **irrigación arterial de las glándulas sublinguales** proviene de las *arterias sublingual* y *submentoniana,* ramas de las arterias lingual y facial, respectivamente (fig. 7-92). Los **nervios de las glándulas** acompañan a los de la glándula submandibular. Fibras parasimpáticas presinápticas secretomotoras, vehiculadas por los nervios facial, cuerda del tímpano y lingual, hacen sinapsis en el ganglio submandibular (fig. 7-95).

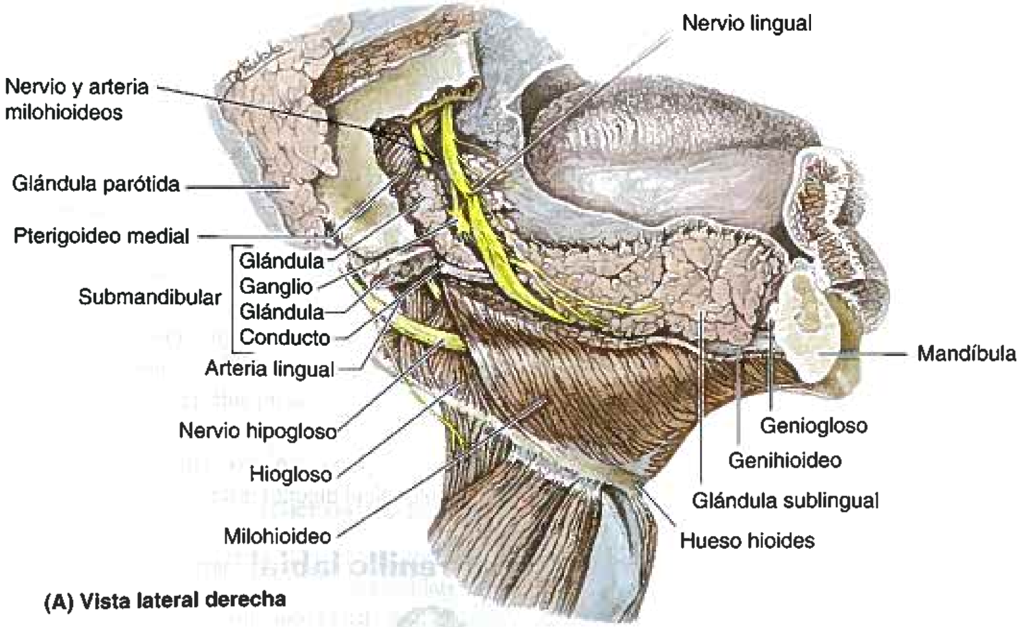


FIGURA 7-96. Glándulas salivares parótida, submandibular y sublingual. A. Se han extirpado el cuerpo y partes de la rama de la mandíbula. La glándula parótida contacta, posteriormente, con la parte profunda de la glándula submandibular. Los finos conductos que pasan desde el borde superior de la glándula sublingual desembocan en el pliegue sublingual *(continúa).*

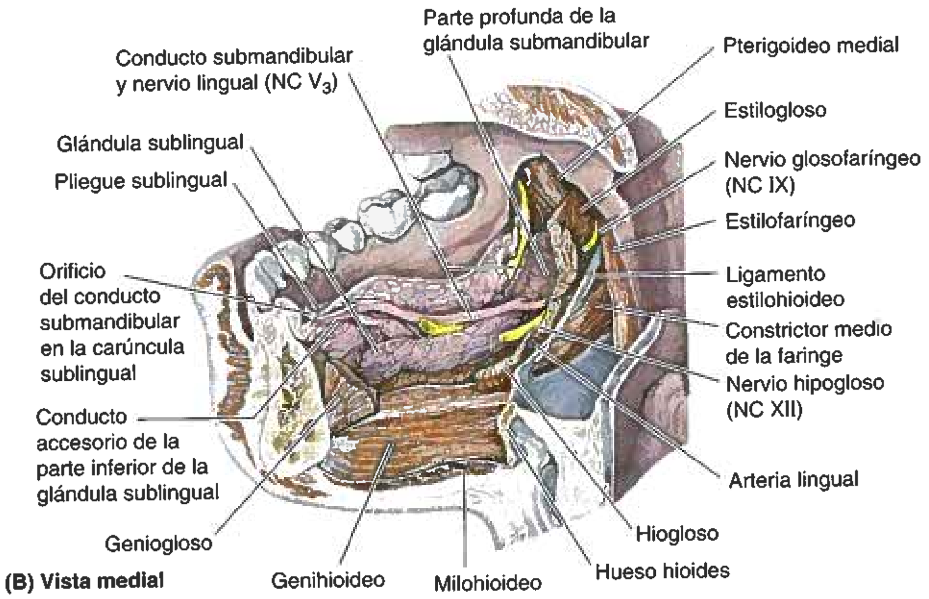

Parte profunda de la glándula submandibular
Conducto submandibular y nervio lingual (NC V_3)
Pterigoideo medial
Estilogloso
Glándula sublingual
Pliegue sublingual
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Estilofaríngeo
Orificio del conducto submandibular en la carúncula sublingual
Ligamento estilohioideo
Constrictor medio de la faringe
Nervio hipogloso (NC XII)
Conducto accesorio de la parte inferior de la glándula sublingual
Arteria lingual
Hiogloso
Geniogloso
Hueso hioides
(B) Vista medial
Genihioideo
Milohioideo

FIGURA 7-96. *(Continuación)* **B.** Glándulas sublingual y submandibular derechas en el suelo de la boca; se ha extirpado la lengua. El orificio del conducto de la glándula submandibular puede verse en el extremo anterior del pliegue sublingual. El conducto submandibular se adhiere al lado medial de la glándula sublingual; aquí recibe, como sucede a veces, un gran conducto accesorio de la parte inferior de la glándula sublingual.

REGIÓN LABIAL

Fisura labial

La fisura labial (*labio leporino*) es una malformación congénita (habitualmente del labio superior) que ocurre en 1 de cada 1.000 nacimientos. El 60 % a 80 % de los niños afectados son varones. Las fisuras pueden variar desde una pequeña escotadura en la zona de transición del labio y el borde bermellón, a una fisura que se extiende a través de todo el labio hasta la nariz (fig. C7-32). En los casos graves es aún más profunda y se continúa con una fisura palatina. El labio leporino puede ser unilateral o bilateral.

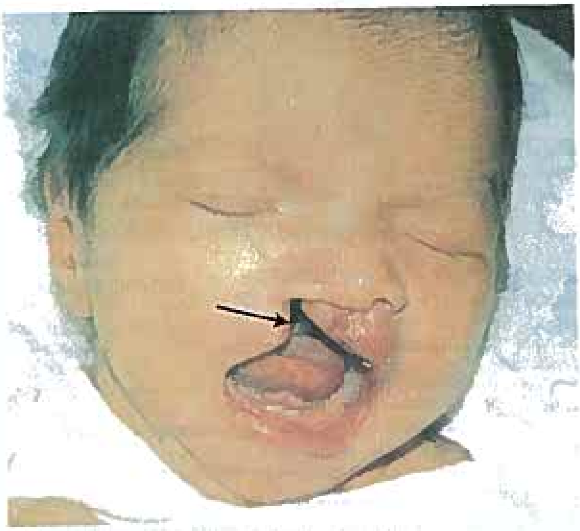


FIGURA C7-32. **Labio leporino unilateral *(flecha)*.**

Cianosis de los labios

Los labios, al igual que los dedos de la mano, poseen una irrigación arterial abundante y relativamente superficial. Debido a ello, pueden perder una desproporcionada cantidad de calor corporal durante la exposición a un ambiente frío. Ambos labios presentan anastomosis arteriovenosas de inervación simpática, capaces de redigir una parte considerable de sangre hacia la parte central del cuerpo, lo que reduce la pérdida de calor y, al mismo tiempo, ocasiona cianosis de los labios y los dedos. La *cianosis*, una coloración azul oscura o purpúrea de los labios y las mucosas, se produce por una oxigenación deficiente de la sangre capilar y constituye un signo común a muchos procesos patológicos. La coloración azulada de los labios que se observa con frecuencia en la exposición al frío no indica patología, sino que ocurre al disminuir el flujo sanguíneo en los lechos capilares subsidiarios de las arterias labiales superior e inferior, y al aumentar la extracción de oxígeno. El simple calentamiento restaura la coloración normal de los labios.

Frenillo labial hipertrófico

En el niño, un frenillo excesivamente grande en el labio superior puede originar un espacio entre los incisivos centrales. La resección del frenillo y el tejido conectivo subyacente (**frenulectomía**) entre los incisivos permite que se aproximen los dientes, lo que puede exigir además la colocación de una prótesis ortodóncica. En el adulto, un frenillo hipertrófico en el labio inferior puede traccionar de la encía labial y contribuir a la *recesión gingival*, con exposición anormal de las raíces dentales.

Gingivitis

Una higiene bucal inadecuada da lugar al depósito de restos alimentarios y bacterias en los dientes y las hendiduras gingivales, lo que puede ocasionar inflamación de las encías (*gingivitis*), con tumefacción y enrojecimiento. Si no se trata el proceso, se extiende a otras estructuras de soporte, incluido el hueso alveolar, lo que da lugar a *periodontitis* (inflamación y destrucción del hueso y el periodonto). Los *abscesos dentoalveolares* (acumulación de pus por necrosis de los tejidos inflamados) pueden drenar en la cavidad bucal y los labios.

Caries dental, pulpitis y abscesos dentales

Los productos ácidos y/o las enzimas originados por las bacterias de la boca pueden descomponer (carear) los tejidos duros del diente. El resultado es la formación de *caries (cavidades) dentales* (fig. C7-33A). Las caries dentales no tratadas invaden luego e inflaman los tejidos de la cavidad pulpar (figura C7-33B). La invasión de la pulpa por una caries profunda da lugar a infección e irritación de sus tejidos (*pulpitis*). Como la cavidad pulpar es un espacio incluido en una estructura rígida, la tumefacción de sus tejidos ocasiona un dolor considerable (*odontalgia*). Si no se trata el proceso, los pequeños vasos del conducto radicular dental pueden quedar destruidos por la presión que ejerce el tejido inflamado, y el material infectado puede atravesar el conducto y el orificio apicales y llegar a los tejidos periodontales (fig. C7-33C). Se desarrolla entonces un proceso infeccioso que se extiende desde el conducto radicular al hueso alveolar, con producción de un *absceso (enfermedad periapical)*. Si no se trata, puede perderse el diente y persistir el absceso (fig. C7-33D). El tratamiento consiste en eliminar el tejido destruido y restaurar la anatomía del diente con material protésico (denominado corrientemente un «empaste») (fig. C7-33E).

El pus del absceso de un diente molar maxilar puede propagarse a la cavidad nasal o al seno maxilar. Las raíces de los molares maxilares se hallan estrechamente relacionadas con el suelo de dicho seno. Debido a ello, la infección de la cavidad pulpar puede causar también una sinusitis, o bien una sinusitis puede estimular los nervios que llegan a los dientes y simular un dolor dental. Las raíces de los dientes mandibulares se hallan estrechamente relacionadas con el conducto mandibular (fig. C7-33E); a consecuencia de ello, la formación de un absceso puede comprimir el nervio y causar dolor referido a los dientes más anteriores.

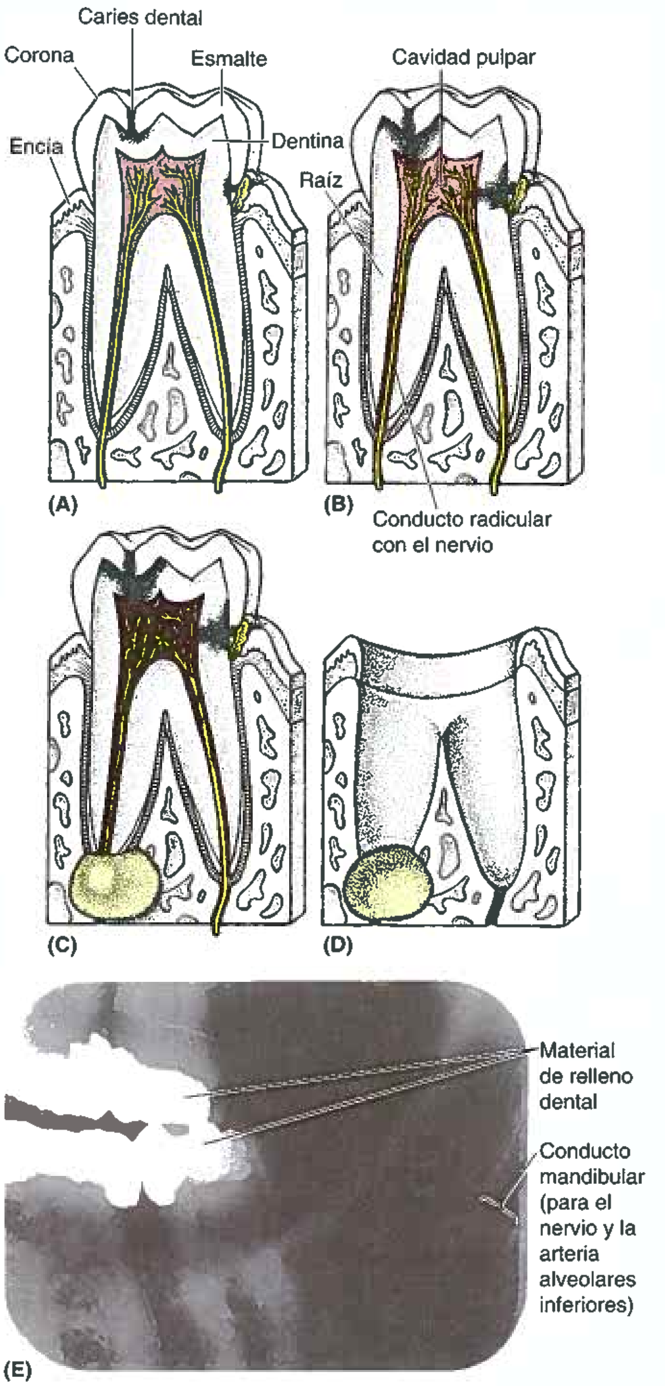
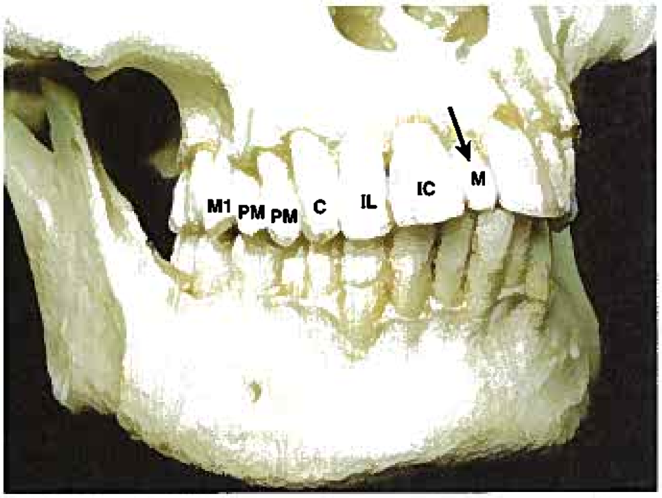

Caries dental
Corona
Esmalte
Cavidad pulpar
Encía
Dentina
Raíz
(A)
(B)
Conducto radicular con el nervio
(C)
(D)
Material de relleno dental
Conducto mandibular (para el nervio y la arteria alveolares inferiores)
(E)

FIGURA C7-33. Caries dental y enfermedad periapical.

Dientes supernumerarios (hiperodoncia)

Los dientes supernumerarios son dientes que se añaden al número normal. Pueden ser únicos, múltiples, unilaterales o bilaterales, haber hecho o no erupción, y hallarse en uno o ambos arcos alveolares, maxilar y mandibular (fig. C7-34). Pueden aparecer en las denticiones decidua o permanente, aunque son más frecuentes en esta última. La presencia de un único diente supernumerario (accesorio) suele observarse en la parte anterior del maxilar. El diente supernumerario más frecuente es un *mesiodiente*, o diente malformado a modo de clavija, situado entre los incisivos centrales maxilares (fig. C7-34A). Un *diente supernumerario* es el que se añade al número normal, pero su tamaño, forma o situación son similares a los de los dientes normales. Un *diente accesorio* no se asemeja en forma ni disposición a los dientes normales (fig. C7-34B).

Es raro que existan múltiples dientes supernumerarios en individuos sin otros procesos o síndromes asociados, como labio leporino


M1
PM
PM
C
IL
IC
M

(A) Diente supernumerario (mesiodiente—M)

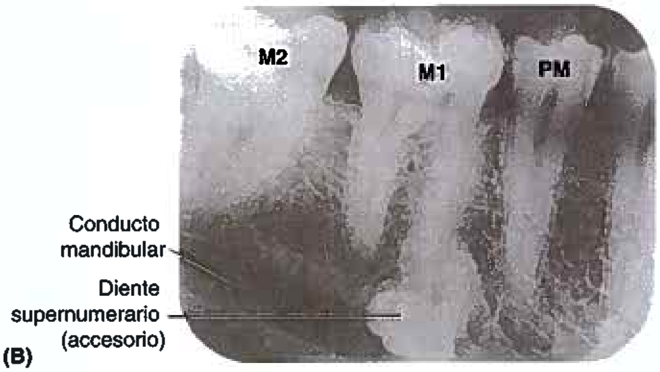

M2
M1
PM
Conducto mandibular
Diente supernumerario (accesorio)
(B)

FIGURA C7-34. Dientes supernumerarios. C, canino; IC, incisivo central; IL, incisivo lateral; M, mesiodiente; M1, primer molar; M2, 2.° molar; PM, premolar; *flecha,* diente supernumerario.

o fisura palatina, o displasia (malformación) craneal. Los dientes supernumerarios pueden causar problemas en la erupción o alineación de la dentición normal, y suelen extirparse quirúrgicamente.

Extracciones dentales

A veces no resulta práctico restaurar un diente si se halla muy deteriorado; en estos casos, la única alternativa es la extracción. Un diente puede perder su irrigación sanguínea como resultado de un traumatismo que rompa los vasos sanguíneos que entran o salen por el agujero apical. No siempre es posible salvar el diente en estas circunstancias. También se extraen los dientes supernumerarios.

El *nervio lingual* está estrechamente relacionado con la cara medial del 3.er molar; por lo tanto, hay que tener cuidado en no lesionar este nervio durante la extracción, pues quedaría alterada la sensibilidad del lado homolateral de la lengua.

La *falta de erupción del 3.er molar* es un problema dental frecuente; estos dientes son los últimos en hacer erupción, habitualmente alrededor de los 20 años. A menudo no hay espacio suficiente para que hagan erupción, por lo cual se alojan (impactan) bajo o contra el 2.° molar (fig. C7-35, *recuadros*). Si un 3.er molar impactado produce dolor, habitualmente se procede a extraerlo. En la extracción, hay que tener sumo cuidado en no lesionar los nervios alveolares (figs. 7-79A y C7-33E).

Implantes dentales

Después de una extracción dental, o de una fractura a nivel del cuello dental, puede colocarse una corona protésica sobre una pieza macho (clavija metálica) insertada en un alvéolo metálico implantado quirúrgicamente en el hueso

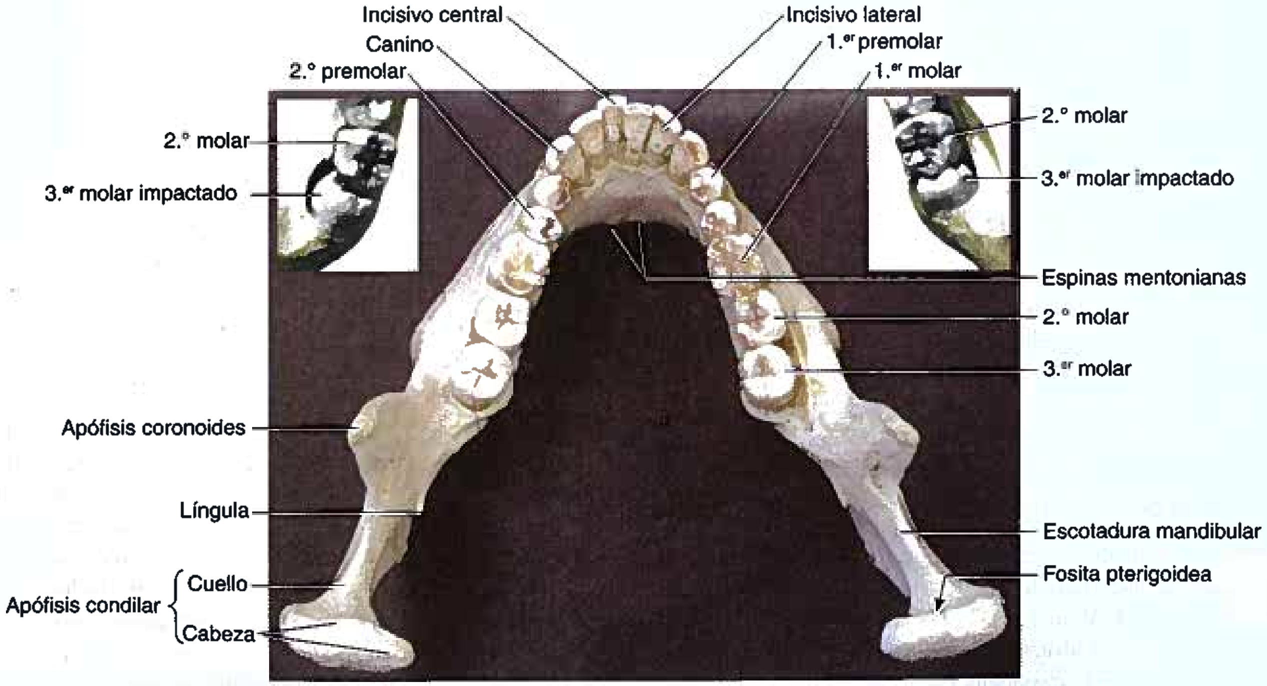

Incisivo central
Canino
2.° premolar
Incisivo lateral
1.er premolar
1.er molar
2.° molar
3.er molar impactado
2.° molar
3.er molar impactado
Espinas mentonianas
2.° molar
3.er molar
Apófisis coronoides
Língula
Apófisis condilar
Cuello
Cabeza
Escotadura mandibular
Fosita pterigoidea

FIGURA C7-35. Mandíbula normal del adulto con la dentadura completa. *Recuadros,* 3.os molares impactados.

alveolar (fig. C7-36). Antes de implantar el alvéolo puede ser necesario aumentar el hueso alveolar con hueso bovino o de cadáver. Es posible que haya que esperar varios meses para permitir el crecimiento óseo en torno al alvéolo implantado antes de montar la pieza macho del implante y la corona protésica.

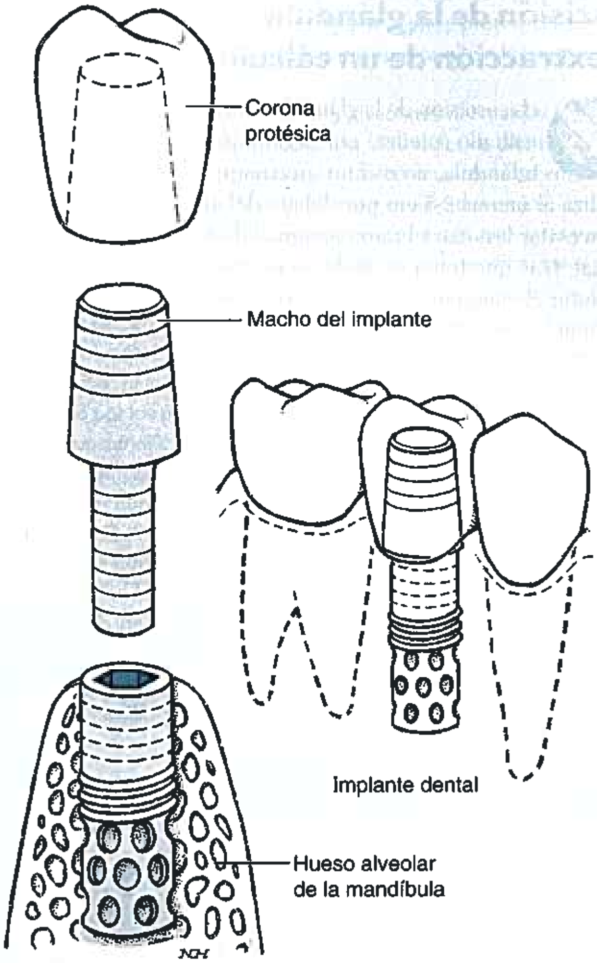


FIGURA C7-36. **Implantes dentales.**

Bloqueo nasopalatino

Los nervios nasopalatinos pueden anestesiarse con una inyección practicada en la fosa incisiva del paladar duro. La aguja se introduce inmediatamente por detrás de la papila incisiva. Se anestesian ambos nervios con la misma inyección, en el punto de salida a través de la fosa incisiva (fig. 7-87B). Los tejidos afectados son la mucosa palatina, las encías linguales y el hueso alveolar de los seis dientes maxilares anteriores, y el paladar duro.

Bloqueo palatino mayor

El nervio palatino mayor puede anestesiarse con una inyección en el agujero palatino mayor. El nervio emerge entre el 2.° y el 3.^{er} molares. Este bloqueo anestesia toda la mucosa palatina y las encías linguales posteriores a los dientes caninos maxilares, así como el hueso del paladar subyacente. Hay que evitar las ramas de las arterias palatinas mayores. El anestésico debe inyectarse lentamente para no despegar la mucosa del paladar duro.

Fisura palatina

La *fisura palatina*, con o sin fisura labial (labio leporino), ocurre aproximadamente en 1 de cada 2.500 nacimientos y es más común en el sexo femenino (Moore y Persaud, 2008). La fisura puede interesar sólo la úvula, que adquiere un aspecto de cola de pez, o bien extenderse a través del paladar blando y duro (fig. C7-37). En los casos graves asociados con labio leporino, la fisura palatina atraviesa las apófisis alveolares de los maxilares y de ambos lados del labio. La base embriológica de la fisura palatina es un fallo de las masas mesenquimatosas de los procesos palatinos laterales, que no se unen ni fusionan entre sí, o bien con el tabique nasal o con el borde posterior del proceso palatino medio.

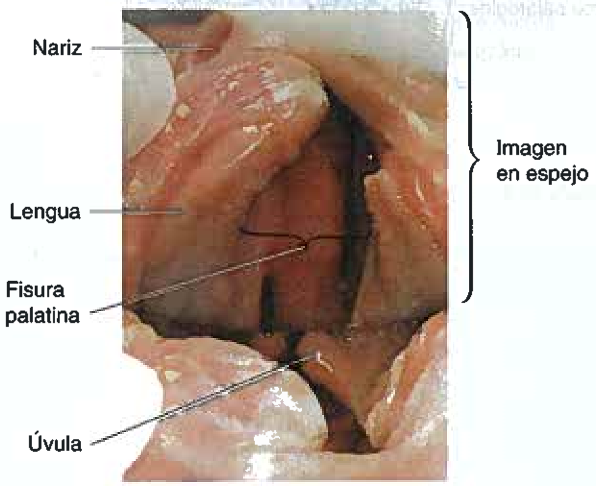


FIGURA C7-37. **Fisura palatina bilateral.**

Reflejo nauseoso

La parte anterior de la lengua puede tocarse sin sentir molestias; sin embargo, al tocar la parte posterior aparecen náuseas. Los NC IX y X son los encargados de la contracción muscular de cada lado de la faringe. Los ramos del nervio glosofaríngeo aportan los ramos aferentes del reflejo nauseoso.

Parálisis del músculo geniogloso

Cuando se paraliza el músculo geniogloso, la lengua tiende a caer hacia atrás, con obstrucción de las vías aéreas y riesgo de asfixia. Durante la anestesia general se produce una relajación total del músculo geniogloso; por lo tanto, se ha de introducir una vía aérea artificial para evitar la caída de la lengua.

Traumatismos del nervio hipogloso

Los traumatismos, como una fractura de la mandíbula, pueden lesionar el nervio hipogloso (NC XII), con parálisis y posterior atrofia de un lado de la lengua; ésta se desvía hacia el lado paralizado al protruir, debido a la acción del músculo geniogloso del lado sano.

Absorción sublingual de fármacos

Para la absorción rápida de un fármaco, por ejemplo al utilizar nitroglicerina como vasodilatador en la *angina de pecho,* se coloca la píldora o el *spray* debajo de la lengua, donde se disuelve y penetra en las venas linguales profundas en menos de 1 min (fig. C7-38).

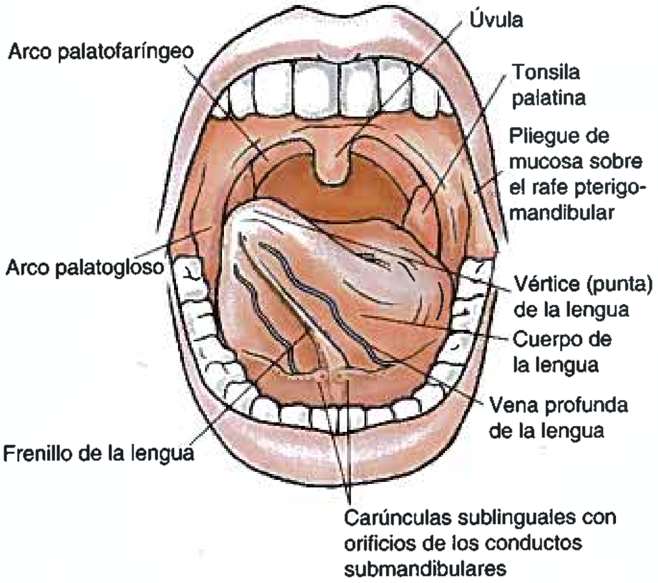

Úvula
Arco palatofaríngeo
Tonsila palatina
Pliegue de mucosa sobre el rafe pterigomandibular
Arco palatogloso
Vértice (punta) de la lengua
Cuerpo de la lengua
Vena profunda de la lengua
Frenillo de la lengua
Carúnculas sublinguales con orificios de los conductos submandibulares

FIGURA C7-38.

Carcinoma lingual

Un *carcinoma lingual* en la parte posterior de la lengua metastatiza a los nódulos linfáticos cervicales profundos superiores de ambos lados; en cambio, si se localiza en la parte anterior no suele metastatizar a los nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores hasta una etapa tardía de la enfermedad. Como los nódulos se hallan estrechamente relacionados con la vena yugular interna, las metástasis procedentes de la lengua pueden distribuirse por las regiones submentoniana y submandibular y a lo largo de las venas yugulares internas en el cuello (fig. 7-94).

Frenectomía

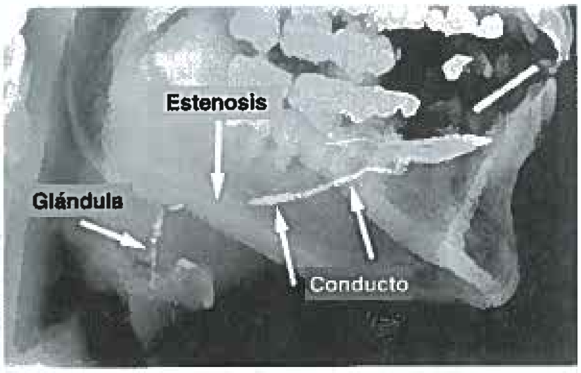
Un frenillo lingual excesivamente grande interfiere en los movimientos de la lengua y puede afectar al habla. En algunos casos poco habituales puede ser necesario realizar una *frenectomía* (sección del frenillo) en el lactante con el fin de liberar la lengua para que pueda efectuar sus movimientos normales y la articulación del habla.

Escisión de la glándula submandibular y extracción de un cálculo

La escisión de la glándula submandibular a causa de un cálculo (piedra) en su conducto, o de un tumor en la glándula, no es muy frecuente. La incisión cutánea se realiza al menos 2,5 cm por debajo del ángulo de la mandíbula, para evitar lesionar el ramo marginal de la mandíbula del nervio facial. Hay que tener cuidado de no lesionar el nervio lingual al incindir el conducto. El conducto submandibular discurre directamente sobre el nervio, inferiormente al cuello del 3.^{er} molar (fig. 7-96).

Sialografía de los conductos submandibulares

Las glándulas salivares submandibulares pueden explorarse radiográficamente tras la inyección de un medio de contraste en sus conductos (fig. C7-39). Con este tipo especial de radiografía (*sialografía*) se ponen de manifiesto los conductos salivares y algunas unidades secretoras. Debido al pequeño tamaño de los conductos de las glándulas sublinguales y a su multiplicidad, habitualmente no es posible inyectar en ellos un medio de contraste.



Vista lateral

FIGURA C7-39. Sialografía del conducto y la glándula submandibulares.

Puntos fundamentales

REGIÓN LABIAL

Cavidad bucal. La cavidad bucal (boca) es la puerta de entrada primaria del sistema digestivo, y una puerta de entrada secundaria del sistema respiratorio, especialmente importante para el habla en este último caso. ♦ La cavidad bucal se extiende desde la hendidura bucal hasta el istmo orofaríngeo. ♦ La cavidad bucal está dividida por las mandíbulas superior e inferior y sus arcos dentarios en un vestíbulo bucal superficial (entre los labios y las mejillas y las encías y los dientes) y una cavidad bucal propiamente dicha, más profunda (interna a las mandíbulas y a los arcos dentarios). ♦ La cavidad bucal (y especialmente el vestíbulo) está limitada por los labios y las mejillas, que son repliegues musculofibrosos flexibles y dinámicos que contienen músculos, vasos y nervios y glándulas mucosas, cubiertos superficialmente por la piel y profundamente por la mucosa bucal. ♦ Las mejillas incluyen también los cuerpos adiposos de las mejillas.

Dientes. Las potentes porciones alveolares del maxilar y la mandíbula contienen, en secuencia, dos series de dientes (20 deciduos y 32 permanentes). ♦ Las coronas de los dientes emergen de las encías, y las raíces están enclavadas en los alvéolos dentarios mediante el periodonto. ♦ Los maxilares y sus dientes, encías y el vestíbulo adyacente reciben ramificaciones del nervio maxilar (NC V_2), una arteria y las venas satélites. ♦ Los mismos elementos en la mandíbula están inervados por el nervio mandibular (NC V_3) y los vasos alveolares inferiores.

Paladar. El techo de la cavidad bucal propiamente dicha está formado por los paladares duro (dos tercios anteriores) y blando (tercio posterior); este último es un colgajo sometido a control, que permite o limita la comunicación con la cavidad nasal. ♦ La mucosa del paladar duro incluye abundantes glándulas palatinas. ♦ Ramas de las arterias maxilar (arterias palatinas mayor y menor) y facial (arteria palatina ascendente) irrigan el paladar; las venas drenan en el plexo pterigoideo. El paladar recibe inervación sensitiva del nervio maxilar (NC V_2); los músculos del paladar blando reciben inervación motora del plexo faríngeo (NC X) y de un ramo del nervio mandibular (NC V_3) para el tensor del velo del paladar.

Lengua. La lengua es una masa de músculo estriado que recibe inervación del NC XII y está revestida por una mucosa especializada con papilas linguales. ♦ Ocupa la mayor parte de la cavidad bucal cuando la boca está cerrada. ♦ Los músculos extrínsecos controlan principalmente la posición de la lengua, mientras que los músculos intrínsecos controlan sobre todo su forma, para manejar los alimentos durante la masticación y la deglución, y para el habla. ♦ Posee una elevada sensibilidad; cuatro nervios craneales le aportan fibras sensitivas. ♦ El surco terminal divide la lengua en dos tercios anteriores, que reciben la sensibilidad general del nervio lingual (NC V_3) y fibras gustativas del NC VII, y un tercio posterior que recibe toda la inervación sensitiva del NC IX. ♦ En las inmediaciones de la epiglotis, el NC X proporciona inervación sensitiva general y especial.

Glándulas salivares. Segregan saliva para iniciar la digestión, al facilitar la masticación y la deglución. ♦ La glándula parótida, la de mayor tamaño, recibe inervación parasimpática del NC IX por vía del ganglio ótico. ♦ Las glándulas submandibular y sublingual reciben inervación parasimpática del NC VII por vía de la cuerda del tímpano, el nervio lingual y el ganglio submandibular. Sus conductos se abren en la cavidad bucal bajo la lengua.

FOSA PTERIGOPALATINA

La **fosa pterigopalatina** es un pequeño espacio piramidal, inferior al vértice de la órbita y medial a la fosa infratemporal (fig. 7-97). Está situada entre la *apófisis pterigoides del esfenoides* posteriormente y la cara posterior redondeada del maxilar anteriormente. La frágil *lámina perpendicular del hueso palatino* forma su pared medial. El techo incompleto de la fosa pterigopalatina está constituido por una continuación medial de la *cara infratemporal del ala mayor del esfenoides*. El suelo de la fosa pterigopalatina está formado por la *apófisis piramidal del hueso palatino*. Su amplio extremo superior se abre anterosuperiormente en la *fisura orbitaria inferior;* su extremo inferior es estrecho y se continúa con los *conductos palatinos mayor y menor*. La fosa pterigopalatina se comunica a través de muchas vías, con entrada y salida de nervios y vasos desde o hacia la mayor parte de los principales compartimientos del viscerocráneo (fig. 7-98A).

El **contenido de la fosa pterigopalatina** (fig. 7-98B y C) consiste en:

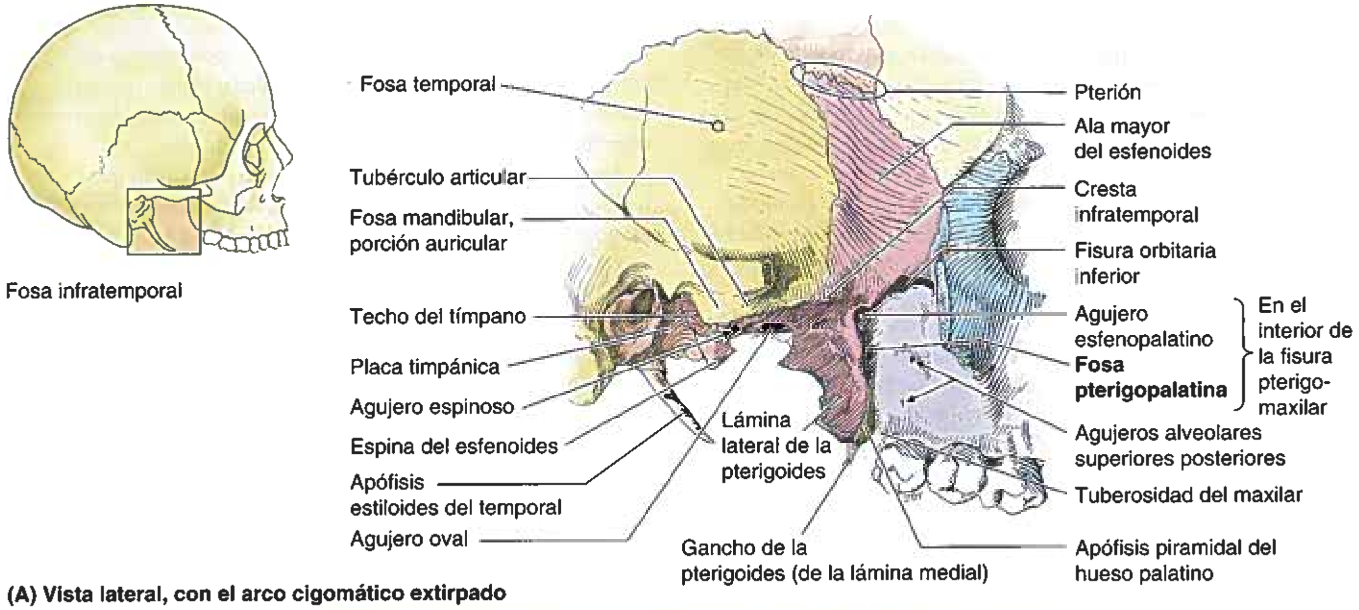
- La porción terminal (pterigopalatina o tercera) de la arteria maxilar y las porciones iniciales de sus ramas, así como las venas satélites (tributarias del plexo venoso pterigoide).
- El nervio maxilar (NC V_2), relacionado con el ganglio pterigopalatino. Se considera que los ramos que surgen del ganglio en el interior de la fosa son ramos del nervio maxilar.
- Vainas vasculonerviosas de los vasos y nervios, y una matriz adiposa, que ocupan todo el espacio restante.

Porción pterigopalatina de la arteria maxilar

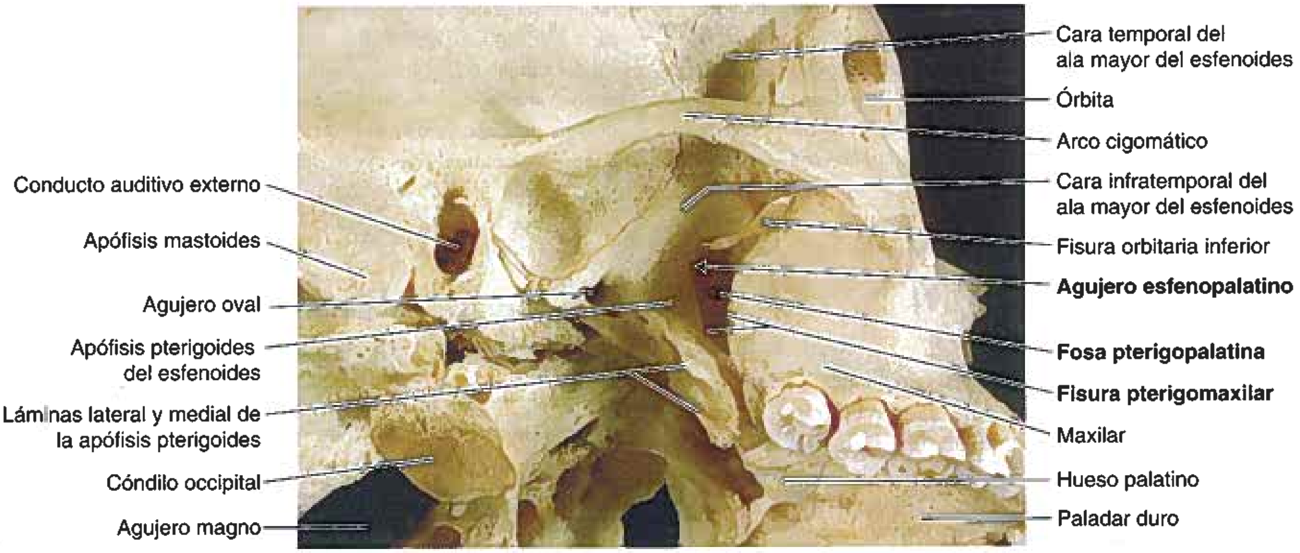
La *arteria maxilar*, una rama terminal de la arteria carótida externa, discurre anteriormente a través de la fosa infratemporal, como se ha descrito previamente (p. 921). La **porción pterigopalatina de la arteria maxilar,** o tercera porción (localizada anteriormente al músculo pterigoideo lateral), discurre medialmente a través de la *fisura pterigomaxilar* y penetra en la fosa pterigopalatina (figuras 7-98B y 7-99A). La arteria se sitúa anteriormente al ganglio pterigopalatino y emite ramas que acompañan a todos los nervios que entran y salen de dicha fosa, con muchos de los cuales comparten su denominación (tabla 7-12).

Nervio maxilar

El **nervio maxilar** discurre anteriormente a través del *agujero redondo* y penetra en la fosa pterigopalatina por su pared posterior (figs. 7-98C y 7-99B). Dentro de la fosa, el nervio maxilar da origen al *nervio cigomático*, que se divide en los nervios cigomaticofacial y cigomaticotemporal (figs. 7-99B y 7-100A). Estos nervios, que surgen del hueso cigomático a través de los agujeros craneales homónimos, aportan la sensibilidad general a la región lateral de la mejilla y la sien. El **nervio cigomaticotemporal** también da origen a un ramo comunicante, que lleva fibras parasimpáticas postsinápticas secretomotoras a la glándula lagrimal por medio del nervio lagrimal del NC V_1, que hasta ese punto es puramente sensitivo (fig. 7-100A y B).


Fosa infratemporal
Fosa temporal
Tubérculo articular
Fosa mandibular, porción auricular
Techo del tímpano
Placa timpánica
Agujero espinoso
Espina del esfenoides
Apófisis estiloides del temporal
Agujero oval
Lámina lateral de la pterigoides
Gancho de la pterigoides (de la lámina medial)
Pterión
Ala mayor del esfenoides
Cresta infratemporal
Fisura orbitaria inferior
Agujero esfenopalatino
Fosa pterigopalatina
En el interior de la fisura pterigo-maxilar
Agujeros alveolares superiores posteriores
Tuberosidad del maxilar
Apófisis piramidal del hueso palatino

(A) Vista lateral, con el arco cigomático extirpado


Cara temporal del ala mayor del esfenoides
Órbita
Arco cigomático
Conducto auditivo externo
Cara infratemporal del ala mayor del esfenoides
Apófisis mastoides
Fisura orbitaria inferior
Agujero oval
Agujero esfenopalatino
Apófisis pterigoides del esfenoides
Fosa pterigopalatina
Fisura pterigomaxilar
Láminas lateral y medial de la apófisis pterigoides
Maxilar
Cóndilo occipital
Hueso palatino
Agujero magno
Paladar duro

(B) Vista inferolateral y ligeramente posterior, mirando las fosas infratemporal y pterigopalatina

FIGURA 7-97. Fosas temporal, infratemporal y pterigopalatina. La fosa pterigopalatina se observa medial a la fosa infratemporal a través de la fisura pterigomaxilar, entre la apófisis pterigoides y el maxilar. El agujero esfenopalatino es una abertura en la cavidad nasal en la parte superior del hueso palatino.

Todavía en la fosa pterigopalatina, el nervio maxilar emite además los dos *ramos ganglionares para el ganglio pterigopalatino* (raíces sensitivas del ganglio pterigopalatino), que sustentan el **ganglio pterigopalatino** parasimpático en la parte superior de la fosa pterigopalatina (figs. 7-98C y 7-100A). Los nervios pterigopalatinos transportan fibras sensitivas generales del nervio maxilar, que atraviesan el ganglio pterigopalatino sin hacer sinapsis e inervan la nariz, el paladar y la faringe (fig. 7-100C). El nervio maxilar abandona la fosa pterigopalatina a través de la fisura orbitaria inferior, después de lo cual se denomina *nervio infraorbitario* (figs. 7-98C y 7-99B).

Las **fibras parasimpáticas del ganglio pterigopalatino** proceden del nervio facial a través de su primer ramo, el *nervio petroso mayor* (figs. 7-98C y 7-100A y B), que se une al *nervio petroso profundo* a su paso por el agujero rasgado para formar el **nervio del conducto pterigoideo,** que discurre anteriormente a través de este conducto hasta la fosa pterigopalatina. Las fibras parasimpáticas del nervio petroso mayor hacen sinapsis en el ganglio pterigopalatino.

El **nervio petroso profundo** es un nervio simpático que surge del *plexo periarterial de la carótida interna* cuando ésta sale del conducto carotídeo (figs. 7-98C y 7-100A y C). Transporta fibras postsinápticas de los cuerpos neuronales del *ganglio simpático cervical superior* al ganglio pterigopalatino, mediante su unión con el *nervio del conducto pterigoideo.* Las fibras no hacen sinapsis en el ganglio, sino que lo atraviesan y pasan directamente a los ramos (del NC V_2) que salen de él (fig. 7-100C). Las fibras simpáticas postsinápticas pasan a las glándulas palatinas y a las glándulas mucosas de la cavidad nasal y la porción superior de la faringe.

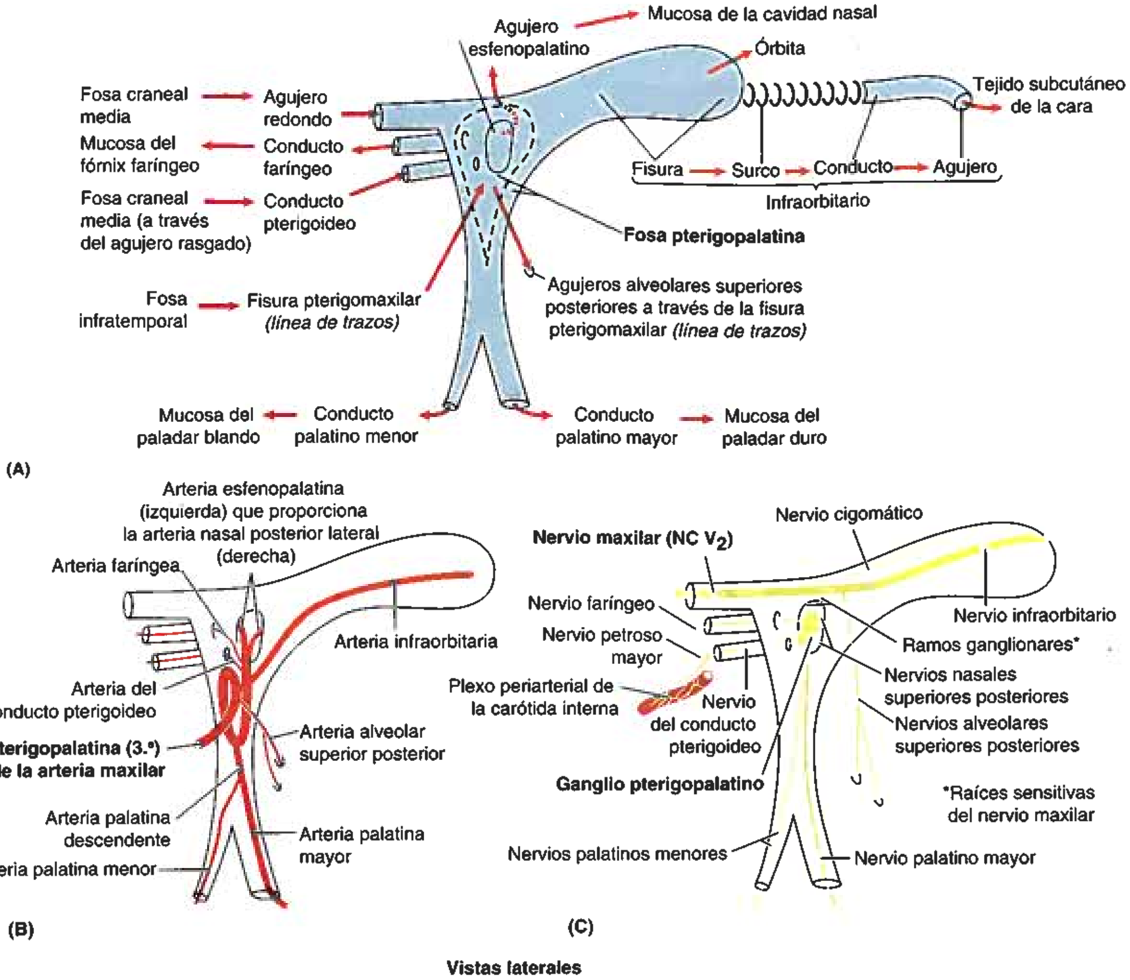

Agujero esfenopalatino
Mucosa de la cavidad nasal
Órbita
Fosa craneal media
Agujero redondo
Tejido subcutáneo de la cara
Mucosa del fórnix faríngeo
Conducto faríngeo
Fisura
Surco
Conducto
Agujero
Infraorbitario
Fosa craneal media (a través del agujero rasgado)
Conducto pterigoideo
Fosa pterigopalatina
Fosa infratemporal
Fisura pterigomaxilar (línea de trazos)
Agujeros alveolares superiores posteriores a través de la fisura pterigomaxilar (línea de trazos)
Mucosa del paladar blando
Conducto palatino menor
Conducto palatino mayor
Mucosa del paladar duro
(A)
Arteria esfenopalatina (izquierda) que proporciona la arteria nasal posterior lateral (derecha)
Arteria faríngea
Arteria infraorbitaria
Arteria del conducto pterigoideo
Porción pterigopalatina (3.ª) de la arteria maxilar
Arteria alveolar superior posterior
Arteria palatina descendente
Arteria palatina mayor
Arteria palatina menor
(B)
Nervio cigomático
Nervio maxilar (NC V2)
Nervio faríngeo
Nervio infraorbitario
Nervio petroso mayor
Ramos ganglionares*
Nervios nasales superiores posteriores
Plexo periarterial de la carótida interna
Nervio del conducto pterigoideo
Nervios alveolares superiores posteriores
Ganglio pterigopalatino
*Raíces sensitivas del nervio maxilar
Nervios palatinos menores
Nervio palatino mayor
(C)
Vistas laterales

FIGURA 7-98. Fosa pterigopalatina: comunicaciones y contenido. A. Comunicaciones de la fosa pterigopalatina y vías de paso por donde las estructuras entran y salen de ella. **B.** Distribución de las ramas de la porción pterigopalatina de la arteria maxilar. **C.** Ramos del nervio maxilar y el ganglio pterigopalatino entran y salen de la fosa.

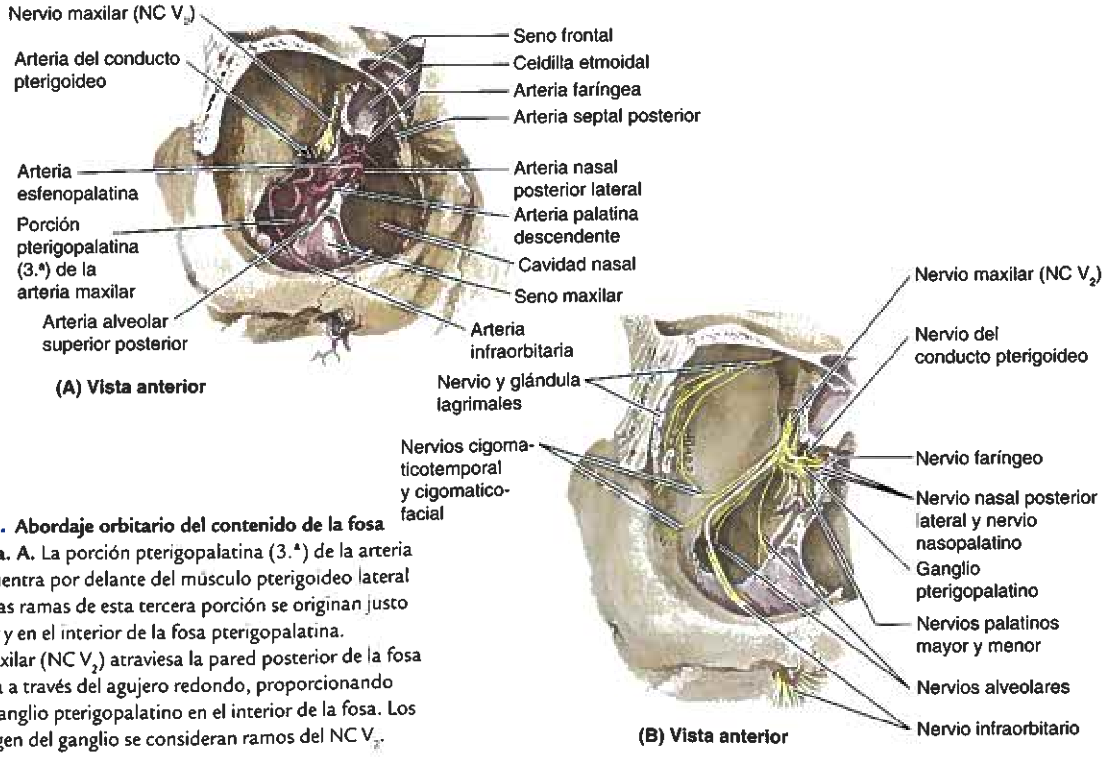

Nervio maxilar (NC V2)
Arteria del conducto pterigoideo
Seno frontal
Celdilla etmoidal
Arteria faríngea
Arteria septal posterior
Arteria esfenopalatina
Arteria nasal posterior lateral
Porción pterigopalatina (3.ª) de la arteria maxilar
Arteria palatina descendente
Cavidad nasal
Seno maxilar
Arteria alveolar superior posterior
Arteria infraorbitaria
(A) Vista anterior
Nervio maxilar (NC V2)
Nervio del conducto pterigoideo
Nervio y glándula lagrimales
Nervios cigomaticotemporal y cigomaticofacial
Nervio faríngeo
Nervio nasal posterior lateral y nervio nasopalatino
Ganglio pterigopalatino
Nervios palatinos mayor y menor
Nervios alveolares
Nervio infraorbitario
(B) Vista anterior

FIGURA 7-99. Abordaje orbitario del contenido de la fosa pterigopalatina. A. La porción pterigopalatina (3.ª) de la arteria maxilar se encuentra por delante del músculo pterigoideo lateral (tabla 7-12). Las ramas de esta tercera porción se originan justo antes de entrar y en el interior de la fosa pterigopalatina.
B. El nervio maxilar (NC V_2) atraviesa la pared posterior de la fosa pterigopalatina a través del agujero redondo, proporcionando dos ramos al ganglio pterigopalatino en el interior de la fosa. Los ramos que surgen del ganglio se consideran ramos del NC V_2.

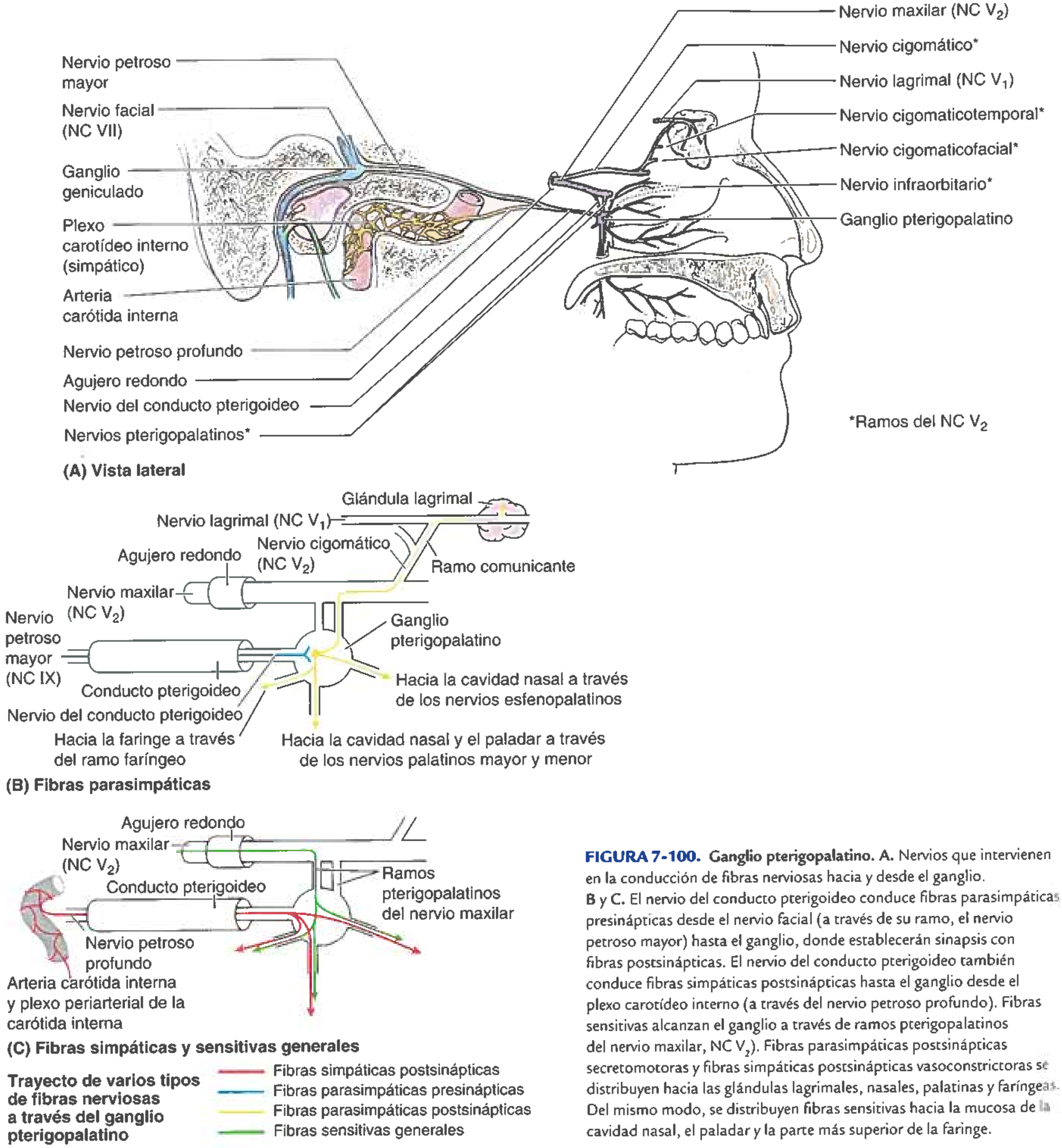

Nervio petroso mayor
Nervio facial (NC VII)
Ganglio geniculado
Plexo carotídeo interno (simpático)
Arteria carótida interna
Nervio petroso profundo
Agujero redondo
Nervio del conducto pterigoideo
Nervios pterigopalatinos*
Nervio maxilar (NC V2)
Nervio cigomático*
Nervio lagrimal (NC V1)
Nervio cigomaticotemporal*
Nervio cigomaticofacial*
Nervio infraorbitario*
Ganglio pterigopalatino
*Ramos del NC V2
(A) Vista lateral
Glándula lagrimal
Nervio lagrimal (NC V1)
Agujero redondo
Nervio cigomático (NC V2)
Ramo comunicante
Nervio maxilar (NC V2)
Nervio petroso mayor (NC IX)
Ganglio pterigopalatino
Conducto pterigoideo
Hacia la cavidad nasal a través de los nervios esfenopalatinos
Nervio del conducto pterigoideo
Hacia la faringe a través del ramo faríngeo
Hacia la cavidad nasal y el paladar a través de los nervios palatinos mayor y menor
(B) Fibras parasimpáticas
Agujero redondo
Nervio maxilar (NC V2)
Conducto pterigoideo
Ramos pterigopalatinos del nervio maxilar
Nervio petroso profundo
Arteria carótida interna y plexo periarterial de la carótida interna
(C) Fibras simpáticas y sensitivas generales
Trayecto de varios tipos de fibras nerviosas a través del ganglio pterigopalatino
Fibras simpáticas postsinápticas
Fibras parasimpáticas presinápticas
Fibras parasimpáticas postsinápticas
Fibras sensitivas generales

FIGURA 7-100. Ganglio pterigopalatino. A. Nervios que intervienen en la conducción de fibras nerviosas hacia y desde el ganglio. **B y C.** El nervio del conducto pterigoideo conduce fibras parasimpáticas presinápticas desde el nervio facial (a través de su ramo, el nervio petroso mayor) hasta el ganglio, donde establecerán sinapsis con fibras postsinápticas. El nervio del conducto pterigoideo también conduce fibras simpáticas postsinápticas hasta el ganglio desde el plexo carotídeo interno (a través del nervio petroso profundo). Fibras sensitivas alcanzan el ganglio a través de ramos pterigopalatinos del nervio maxilar, NC V_2). Fibras parasimpáticas postsinápticas secretomotoras y fibras simpáticas postsinápticas vasoconstrictoras se distribuyen hacia las glándulas lagrimales, nasales, palatinas y faríngeas. Del mismo modo, se distribuyen fibras sensitivas hacia la mucosa de la cavidad nasal, el paladar y la parte más superior de la faringe.

FOSA PTERIGOPALATINA

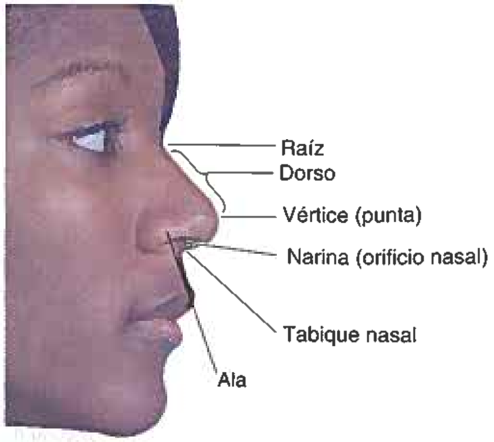
Vía transantral a la fosa pterigopalatina

El abordaje quirúrgico a la fosa pterigopalatina, situada profundamente, se logra a través del seno maxilar. Después de elevar el labio superior, se atraviesan la encía maxilar y la pared anterior del seno y se penetra en éste. A continuación se perfora la pared posterior lo necesario para abrir la pared anterior de la fosa pterigopalatina. En los casos de *epistaxis* (hemorragia nasal) crónica, puede ligarse la tercera porción de la arteria maxilar en la fosa para controlar las hemorragias.

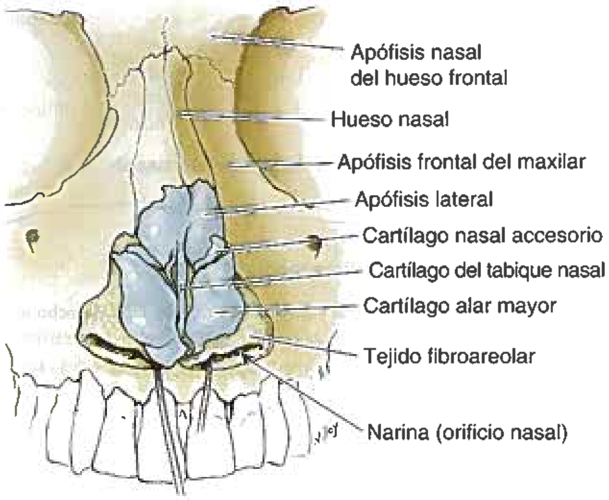
Puntos fundamentales

FOSA PTERIGOPALATINA

La fosa pterigopalatina es un importante centro de distribución de los ramos del nervio maxilar y la porción pterigopalatina (3.ª) de la arteria maxilar. ◆ Está localizada entre la fosa infratemporal, la cavidad nasal, la órbita, la fosa craneal media, la bóveda faríngea, el seno maxilar y la cavidad bucal (paladar), y se comunica con todos ellos. ◆ La fosa pterigopalatina contiene el nervio maxilar (NC V_2), el ganglio pterigopalatino parasimpático, la 3.ª porción de la arteria maxilar y las venas satélites, así como una matriz adiposa circundante.



(A) Vista lateral


Apófisis nasal del hueso frontal
Hueso nasal
Apófisis frontal del maxilar
Apófisis lateral
Cartílago nasal accesorio
Cartílago del tabique nasal
Cartílago alar mayor
Tejido fibroareolar
Narina (orificio nasal)

(B) Vista anterior

FIGURA 7-101. **Nariz. A.** Anatomía de superficie de la nariz, que está fijada a la frente por su raíz. El borde redondeado entre el vértice y la raíz se denomina dorso de la nariz. **B.** Se han traccionado hacia abajo los cartílagos de la nariz para exponer los cartílagos accesorios. Los cartílagos nasales laterales se han fijado mediante suturas a los huesos nasales, y se continúan con el cartílago del tabique nasal.

NARIZ

La **nariz** es la parte del tracto respiratorio superior al paladar duro y contiene el órgano periférico del olfato. Incluye la nariz propiamente dicha y la cavidad nasal, que está dividida en cavidades derecha a izquierda por el *tabique nasal*. Las funciones de la nariz son la olfacción, la respiración, la filtración del polvo, la humidificación del aire inspirado, y la recepción y la eliminación de las secreciones procedentes de los senos paranasales y los conductos nasolagrimales.

Nariz propiamente dicha

La **nariz propiamente dicha** es la porción visible que sobresale de la cara; su esqueleto es principalmente cartilaginoso (fig. 7-101). La nariz varía considerablemente de tamaño y forma, debido sobre todo a diferencias en los cartílagos. El **dorso de la nariz** se extiende desde la **raíz de la nariz** hasta el **vértice** (punta). La superficie inferior de la nariz está atravesada por dos aberturas piriformes, las **narinas** (orificios nasales, orificios nasales anteriores), que están limitadas lateralmente por las **alas de la nariz.** La parte ósea superior de la nariz, incluida su raíz, está cubierta por piel delgada.

La piel sobre la parte cartilaginosa de la nariz es más gruesa y contiene numerosas glándulas sebáceas. La piel llega hasta el **vestíbulo nasal** (fig. 7-103A), donde posee un número variable de pelos rígidos (*vibrisas*) que, al estar habitualmente húmedos, filtran las partículas de polvo existentes en el aire que entra en la cavidad nasal. La unión de la piel y la mucosa está más allá de la zona provista de estos pelos.

ESQUELETO DE LA NARIZ

El esqueleto de soporte de la nariz se compone de hueso y cartílago hialino. La **porción ósea de la nariz** (figs. 7-101B y 7-102) consiste en los *huesos nasales*, las *apófisis frontales de los maxilares*, la *porción nasal del hueso frontal* y su *espina nasal*, y las porciones óseas del tabique nasal. La **porción cartilaginosa de la nariz** está compuesta por cinco cartílagos principales: dos laterales, dos alares y un cartílago del tabique nasal. Los **cartílagos alares,** en forma de U, son libres y móviles; dilatan o contraen las narinas cuando se contraen los músculos que actúan sobre la nariz.

TABIQUE NASAL

El *tabique nasal* divide la nariz en dos *cavidades nasales*. El tabique posee una parte ósea y un parte cartilatinosa, blanda y móvil. Los principales componentes del tabique nasal son la lámina perpendicular del etmoides, el vómer y el cartílago del tabique. La delgada **lámina perpendicular del hueso etmoides,** que constituye la parte superior del tabique nasal, desciende desde la *lámina cribosa* y se continúa, superiormente a esta lámina, con la *crista galli*. El **vómer,** un hueso delgado y plano, forma la porción posteroinferior del tabique nasal, con una cierta contribución de las crestas nasales

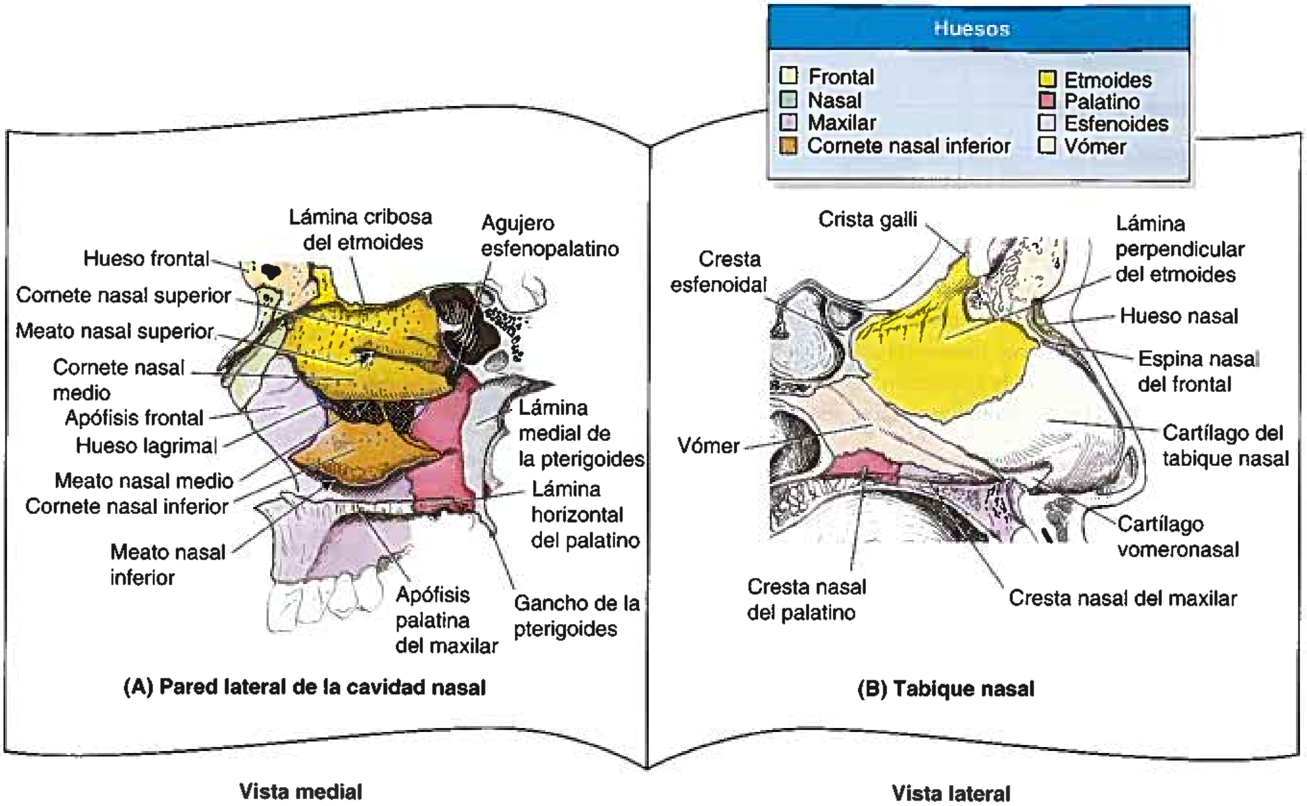

Huesos
☐ Frontal
☐ Nasal
🟪 Maxilar
🟧 Cornete nasal inferior
🟨 Etmoides
🟥 Palatino
☐ Esfenoides
☐ Vómer
Lámina cribosa del etmoides
Agujero esfenopalatino
Hueso frontal
Cornete nasal superior
Meato nasal superior
Cornete nasal medio
Apófisis frontal
Hueso lagrimal
Meato nasal medio
Cornete nasal inferior
Meato nasal inferior
Lámina medial de la pterigoides
Lámina horizontal del palatino
Apófisis palatina del maxilar
Gancho de la pterigoides
(A) Pared lateral de la cavidad nasal
Crista galli
Cresta esfenoidal
Lámina perpendicular del etmoides
Hueso nasal
Espina nasal del frontal
Vómer
Cartílago del tabique nasal
Cartílago vomeronasal
Cresta nasal del palatino
Cresta nasal del maxilar
(B) Tabique nasal
Vista medial
Vista lateral

FIGURA 7-102. Paredes lateral y medial (septal) del lado derecho de la cavidad nasal. Se han separado las paredes, mostrándose como páginas adyacentes de un libro. La vista medial muestra la pared lateral derecha de la cavidad nasal, y la vista lateral muestra el tabique nasal. Éste cuenta con una parte dura (ósea), localizada profundamente (posteriormente), donde está protegida, y una parte blanda y móvil, localizada superficialmente (anteriormente), fundamentalmente en la parte externa y vulnerable de la nariz.

de los huesos maxilar y palatino. El **cartílago del tabique** posee una articulación tipo esquindilesis (ranura-diente) con los bordes del tabique óseo.

Cavidades nasales

El término *cavidad nasal* se refiere a la totalidad o a sus mitades derecha o izquierda, según el contexto. Las cavidades nasales tienen su entrada anteriormente a través de las narinas, y posteriormente se abren en la *nasofaringe* por las *coanas* (fig. 7-9). La mucosa tapiza las cavidades nasales, excepto el *vestíbulo nasal*, que está recubierto de piel (fig. 7-103A).

La **mucosa nasal** está firmemente unida al periostio y al pericondrio de los huesos y cartílagos de soporte de la nariz. La mucosa se continúa con el revestimiento de todas las cámaras con que se comunican las cavidades nasales: la nasofaringe posteriormente, los senos paranasales superiormente y lateralmente, y el saco lagrimal y la conjuntiva superiormente. Los dos tercios inferiores de la mucosa nasal forman él área respiratoria, y el tercio superior el área olfatoria (fig. 7-106B). El aire que pasa por el **área respiratoria** se calienta y humedece antes de pasar a través del resto de la vía respiratoria superior hacia los pulmones. El **área olfatoria** contiene el órgano periférico del olfato; la acción de olfatear transporta el aire hacia esa zona.

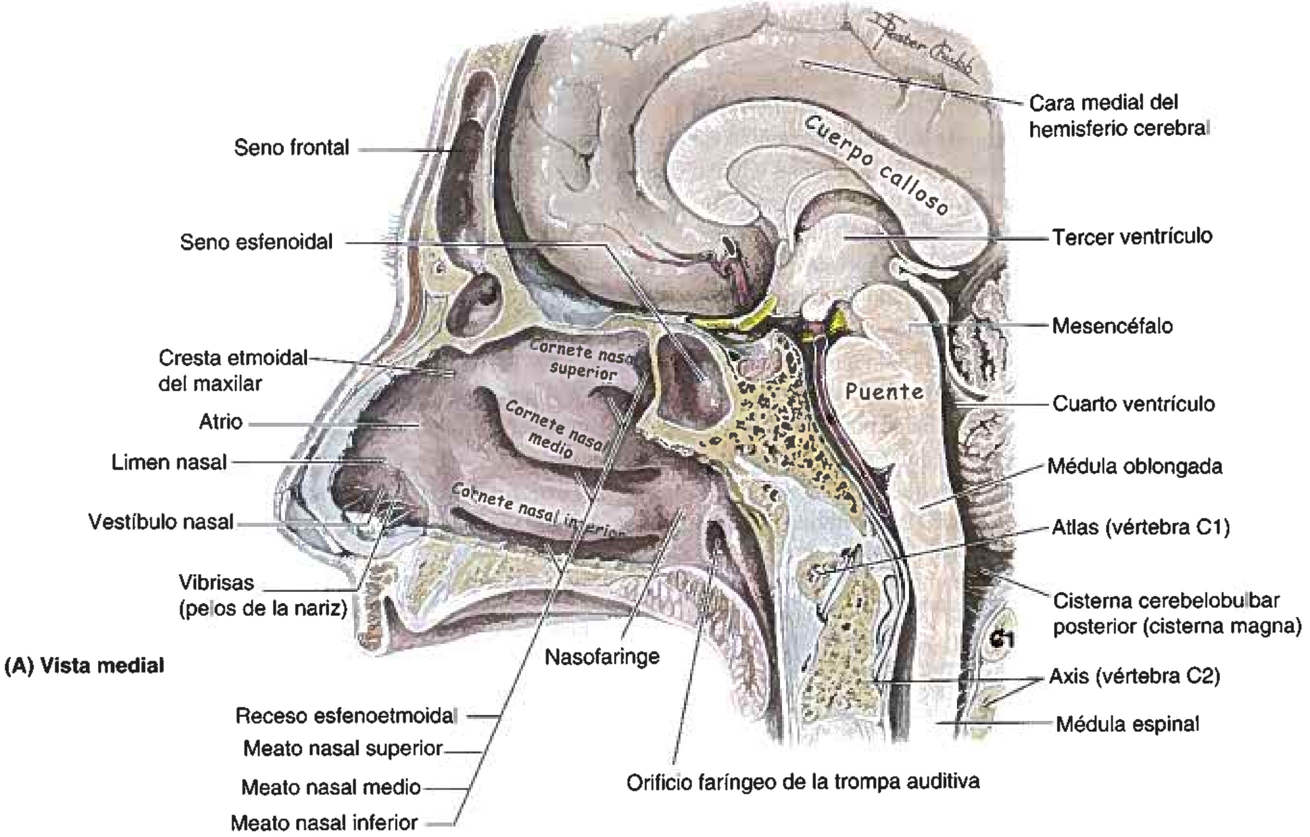
LÍMITES DE LAS CAVIDADES NASALES

Las cavidades nasales tienen techo, suelo y paredes medial y lateral.

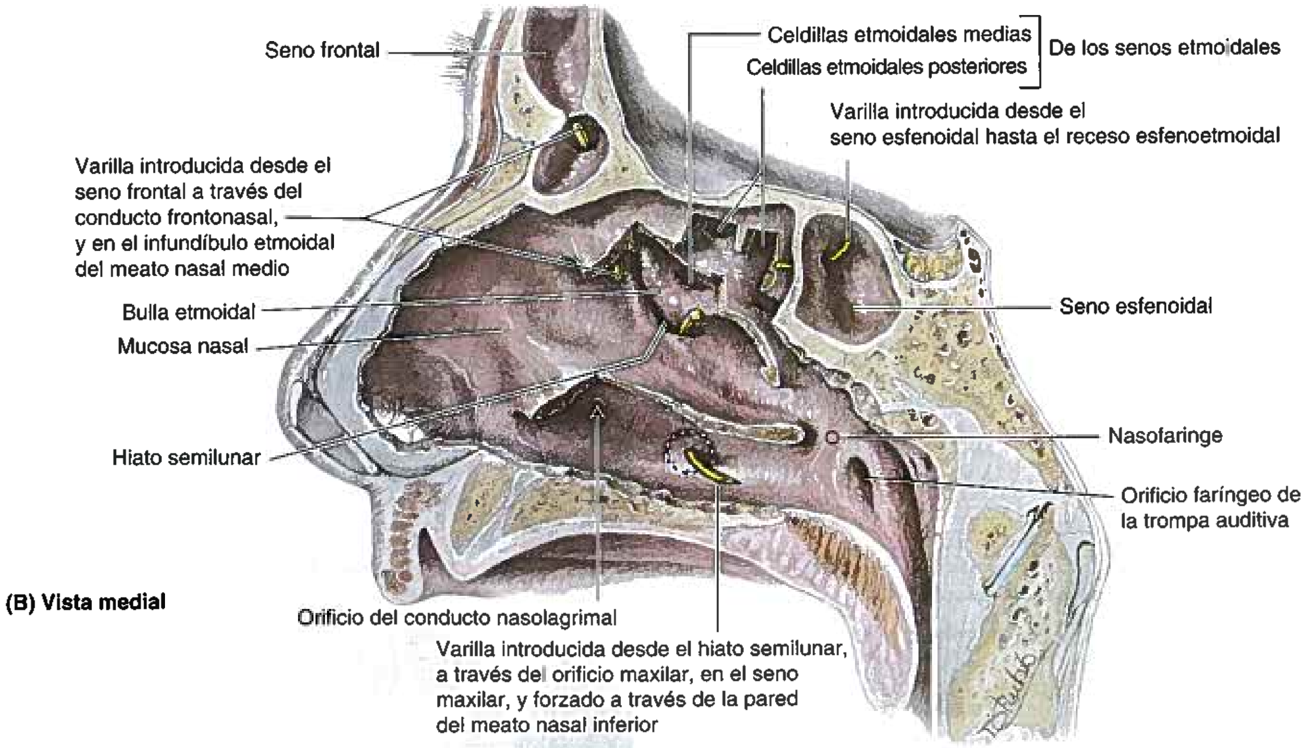
- El *techo de las cavidades nasales* es curvo y estrecho excepto en su extremo posterior, donde está formado por el *cuerpo hueco del esfenoides*. Está dividido en tres partes (frontonasal, etmoidal y esfenoidal), según los huesos que las constituyen (fig. 7-102).
- El *suelo de las cavidades nasales* es más ancho que el techo y está formado por las *apófisis palatinas del maxilar* y las *láminas horizontales del hueso palatino*.
- La *pared medial de las cavidades nasales* está formada por el tabique nasal.
- La *pared lateral de las cavidades nasales* es irregular debido a la presencia de tres láminas óseas, las *conchas* o *cornetes nasales*, que se proyectan inferiormente, de un modo algo parecido a las lamas de una persina (figs. 7-102A, 7-103 y 7-108).

CARACTERÍSTICAS DE LAS CAVIDADES NASALES

Las **conchas** o **cornetes nasales** (superior, medio e inferior) se curvan inferomedialmente y cuelgan a modo de lamas o cortinas cortas desde la pared lateral. Las conchas o cornetes de muchos mamíferos (especialmente los corredores y los que viven en


Cara medial del hemisferio cerebral
Seno frontal
Cuerpo calloso
Tercer ventrículo
Seno esfenoidal
Mesencéfalo
Cresta etmoidal del maxilar
Cornete nasal superior
Cuarto ventrículo
Atrio
Cornete nasal medio
Puente
Médula oblongada
Limen nasal
Cornete nasal inferior
Vestíbulo nasal
Atlas (vértebra C1)
Vibrisas (pelos de la nariz)
Cisterna cerebelobulbar posterior (cisterna magna)
C1
Nasofaringe
Axis (vértebra C2)
Médula espinal
Receso esfenoetmoidal
Meato nasal superior
Meato nasal medio
Orificio faríngeo de la trompa auditiva
Meato nasal inferior

(A) Vista medial

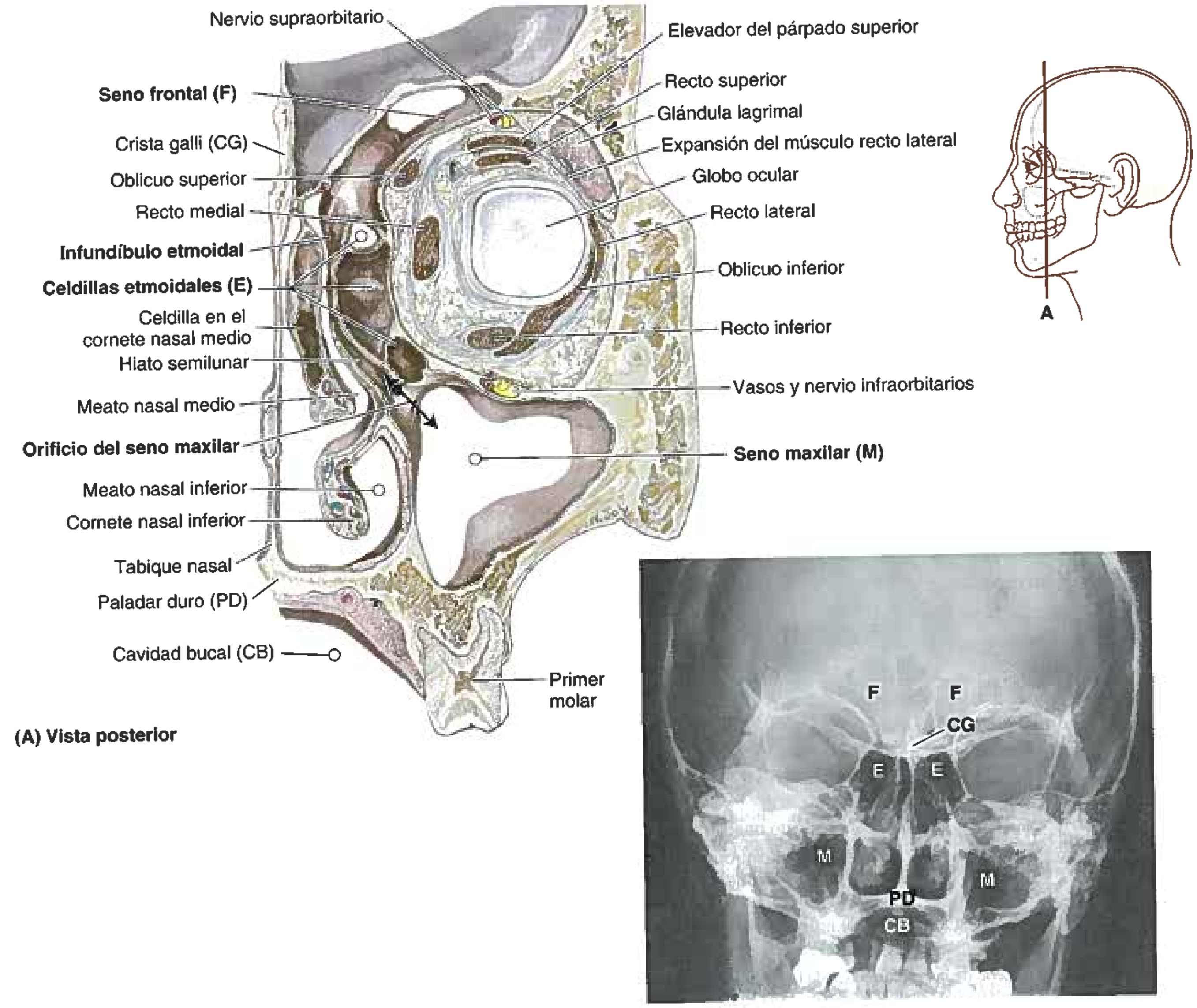

Seno frontal
Celdillas etmoidales medias
Celdillas etmoidales posteriores
De los senos etmoidales
Varilla introducida desde el seno esfenoidal hasta el receso esfenoetmoidal
Varilla introducida desde el seno frontal a través del conducto frontonasal, y en el infundíbulo etmoidal del meato nasal medio
Seno esfenoidal
Bulla etmoidal
Mucosa nasal
Nasofaringe
Hiato semilunar
Orificio faríngeo de la trompa auditiva
Orificio del conducto nasolagrimal
Varilla introducida desde el hiato semilunar, a través del orificio maxilar, en el seno maxilar, y forzado a través de la pared del meato nasal inferior

(B) Vista medial

FIGURA 7-103. Pared lateral de la cavidad nasal de la mitad derecha de la cabeza. **A.** Los cornetes nasales inferior y medio, que se curvan medialmente e inferiormente desde la pared lateral, dividen la pared en tres partes prácticamente iguales y cubren los meatos nasales inferior y medio, respectivamente. El cornete nasal superior es pequeño y anterior al seno esfenoidal, y el cornete nasal medio presenta un borde inferior angulado y termina inferior seno esfenoidal. El cornete nasal inferior muestra un borde inferior ligeramente curvado, y termina inferior al cornete nasal medio, aproximadamente 1 cm anteriormente al orificio de la trompa auditiva (aproximadamente, la anchura de la lámina medial de la pterigoides). **B.** Esta disección de la pared lateral de la cavidad nasal muestra las comunicaciones a través de la pared lateral de la cavidad nasal. Se han extirpado partes de los cornetes nasales superior, medio e inferior. El seno esfenoidal ocupa el cuerpo del esfenoides; su orificio, superior a la mitad de su pared anterior, se abre en el receso esfenoetmoidal. Los orificios de las celdillas etmoidales anteriores, medias y posteriores se abren en el meato nasal superior, el meato nasal medio y el hiato semilunar, respectivamente.

ambientes extremos) se hallan muy enroscadas a modo de rollos que ofrecen una superficie muy amplia para el intercambio de calor. En la especie humana, con cornetes nasales simples a modo de láminas, y en los animales con cornetes complejos, existe un receso o **meato nasal** (pasajes en la cavidad nasal) bajo cada una de las formaciones óseas. Así pues, la cavidad nasal está dividida en cinco pasajes: un *receso esfenoetmoidal* situado posterosuperiormente, tres *meatos nasales* (superior, medio e inferior) situados lateralmente, y un *meato nasal común* localizado medialmente, en el cual se abren los cuatro pasajes laterales. La **concha** o **cornete inferior** es el más largo y ancho, y está formado por un hueso independiente homónimo (concha inferior) recubierto de una mucosa que contiene grandes espacios vasculares que pueden agrandarse para controlar el calibre de la cavidad nasal. Las **conchas** o **cornetes medio** y **superior** son apófisis mediales del hueso etmoides. En los procesos infecciosos o irritativos, la mucosa que recubre los cornetes puede quedar tumefacta rápidamente, con bloqueo del paso nasal en ese lado.

El **receso esfenoetmoidal,** situado posterosuperiormente al cornete superior, recibe la abertura del *seno esfenoidal,* una cavidad llena de aire en el cuerpo del esfenoides. El **meato nasal superior** es un estrecho pasaje entre los cornetes nasales superior y medio, en el cual se abren las celdillas etmoidales posteriores a través de uno o más orificios (fig. 7-103A). El **meato nasal medio** es más largo y profundo que el superior. La parte anterosuperior de este pasaje conduce a una abertura en forma de embudo, el **infundíbulo etmoidal,** a través del cual se comunica con el seno frontal (fig. 7-104). El pasaje que conduce inferiormente desde cada seno


Nervio supraorbitario
Seno frontal (F)
Crista galli (CG)
Oblicuo superior
Recto medial
Infundíbulo etmoidal
Celdillas etmoidales (E)
Celdilla en el cornete nasal medio
Hiato semilunar
Meato nasal medio
Orificio del seno maxilar
Meato nasal inferior
Cornete nasal inferior
Tabique nasal
Paladar duro (PD)
Cavidad bucal (CB)
Primer molar
Elevador del párpado superior
Recto superior
Glándula lagrimal
Expansión del músculo recto lateral
Globo ocular
Recto lateral
Oblicuo inferior
Recto inferior
Vasos y nervio infraorbitarios
Seno maxilar (M)
A
F
F
CG
E
E
M
M
PD
CB

(A) Vista posterior

(B) Proyección anteroposterior

FIGURA 7-104. Sección frontal de la mitad derecha de la cabeza. A. El dibujo orientativo muestra el plano de sección. Obsérvese la relación de la órbita, la cavidad nasal y los senos paranasales. El contenido de la órbita, incluidos los cuatro músculos rectos y la fascia que los une, forma un círculo (un cono, cuando se contempla en tres dimensiones) alrededor de la parte posterior (fondo) del globo ocular. **B.** Radiografía de cráneo que muestra la cavidad nasal y los senos paranasales. Las letras señalan las estructuras indicadas en la parte A.

frontal al infundíbulo es el *conducto frontonasal* (fig. 7-103B). El **hiato semilunar** es un surco semicircular en el cual desemboca el seno frontal. La **bulla etmoidal,** una elevación redondeada localizada superiormente al hiato semilunar, es visible cuando se extirpa el cornete nasal medio. La bulla está formada por las celdillas etmoidales medias que constituyen los *senos etmoidales.*

El **meato nasal inferior** es un pasaje horizontal, inferolateral al cornete nasal inferior. El *conducto nasolagrimal,* que drena las lágrimas desde el saco lagrimal, se abre en la parte anterior de este meato. El **meato nasal común** es la parte medial de la cavidad nasal entre los cornetes y el tabique nasal, en el cual se abren los recesos laterales y los meatos.

Vascularización e inervación de la nariz

La *irrigación arterial* de las paredes medial y lateral de la cavidad nasal (fig. 7-105) procede de cinco fuentes:

1. *Arteria etmoidal anterior* (desde la arteria oftálmica).
2. *Arteria etmoidal posterior* (desde la arteria oftálmica).
3. *Arteria esfenopalatina* (desde la arteria maxilar).
4. *Arteria palatina mayor* (desde la arteria maxilar).
5. *Rama septal de la arteria labial superior* (desde la arteria facial).

Las tres primeras arterias se dividen en ramas laterales y mediales (septales). La arteria palatina mayor llega al tabique por el conducto incisivo, a través de la parte anterior del paladar duro. En la parte anterior del tabique nasal existe un plexo (*área de Kiesselbach*) donde se anastomosan las cinco arterias que irrigan el tabique. La nariz también recibe sangre de las arterias enumeradas primera y quinta, así como ramas nasales de la arteria infraorbitaria y ramas nasales laterales de la arteria facial.

Un abundante **plexo venoso submucoso,** profundo a la mucosa nasal, drena en las venas esfenopalatina, facial y oftálmica. Este plexo venoso es una parte importante del sistema termorregulador del organismo, que intercambia calor y calienta el aire antes de que penetre en los pulmones. La sangre venosa de la nariz drena principalmente en la vena facial, a través de las venas angular y nasal lateral. Hay que recordar que esta zona pertenece al «triángulo peligroso» de la cara, debido a las comunicaciones existentes con el *seno cavernoso* (v. el cuadro azul «Tromboflebitis de la vena facial», p. 875).

En cuanto a la *inervación,* la mucosa nasal puede dividirse en las porciones posteroinferior y anterosuperior mediante una línea oblicua que pasa aproximadamente a través de la espina nasal anterior y el receso esfenoetmoidal (fig. 7-106). La inervación de la porción posteroinferior de la mucosa nasal corre a cargo principalmente del nervio maxilar, mediante el *nervio nasopalatino* para el tabique nasal, y los ramos nasales posteriores superiores laterales y nasales inferiores laterales del *nervio palatino mayor* para la pared lateral. La inervación de la porción anterosuperior proviene del nervio oftálmico (NC V_1), mediante los **nervios etmoidales anterior** y **posterior,** ramos del nervio nasociliar. La mayor parte de la nariz (dorso y vértice) también recibe inervación del NC V_1 (por vía del nervio infratroclear y el ramo nasal externo del nervio etmoidal anterior), pero las alas de la nariz la reciben de los ramos nasales del nervio infraorbitario (NC V_2). Los **nervios olfatorios,** encargados de la olfacción, se originan en las células del **epitelio**

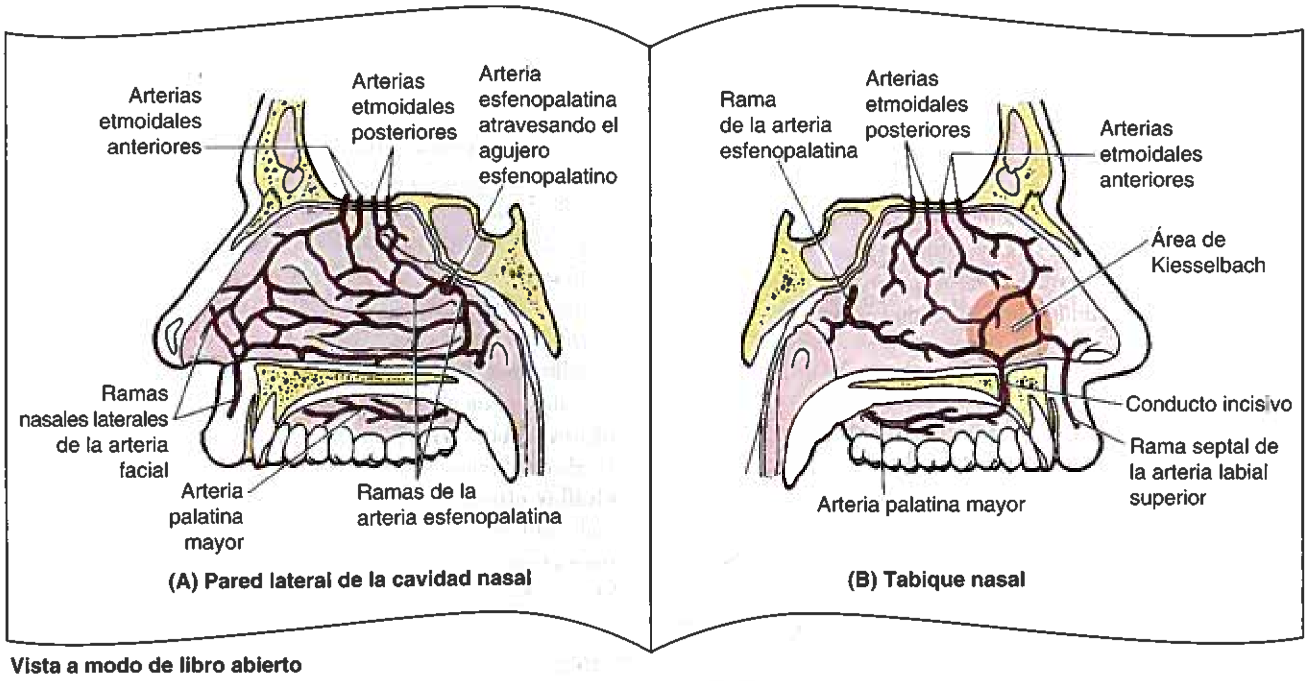

Arterias etmoidales anteriores
Arterias etmoidales posteriores
Arteria esfenopalatina atravesando el agujero esfenopalatino
Ramas nasales laterales de la arteria facial
Arteria palatina mayor
Ramas de la arteria esfenopalatina
(A) Pared lateral de la cavidad nasal
Rama de la arteria esfenopalatina
Arterias etmoidales posteriores
Arterias etmoidales anteriores
Área de Kiesselbach
Conducto incisivo
Rama septal de la arteria labial superior
Arteria palatina mayor
(B) Tabique nasal
Vista a modo de libro abierto

FIGURA 7-105. Arterias de la cavidad nasal. Vista a modo de libro abierto de las paredes lateral y medial del lado derecho de la cavidad nasal. La «página» izquierda muestra la pared lateral de la cavidad nasal. La arteria esfenopalatina (una rama de la arteria maxilar) y la arteria etmoidal anterior (una rama de la arteria oftálmica) son las dos arterias más importantes de la cavidad nasal. La «página» derecha muestra el tabique nasal, que está irrigado por una anastomosis de cuatro o cinco arterias que se encuentra en la porción anteroinferior del tabique nasal (área de Kiesselbach, en *naranja*), una zona que participa habitualmente en los episodios de epistaxis crónica.

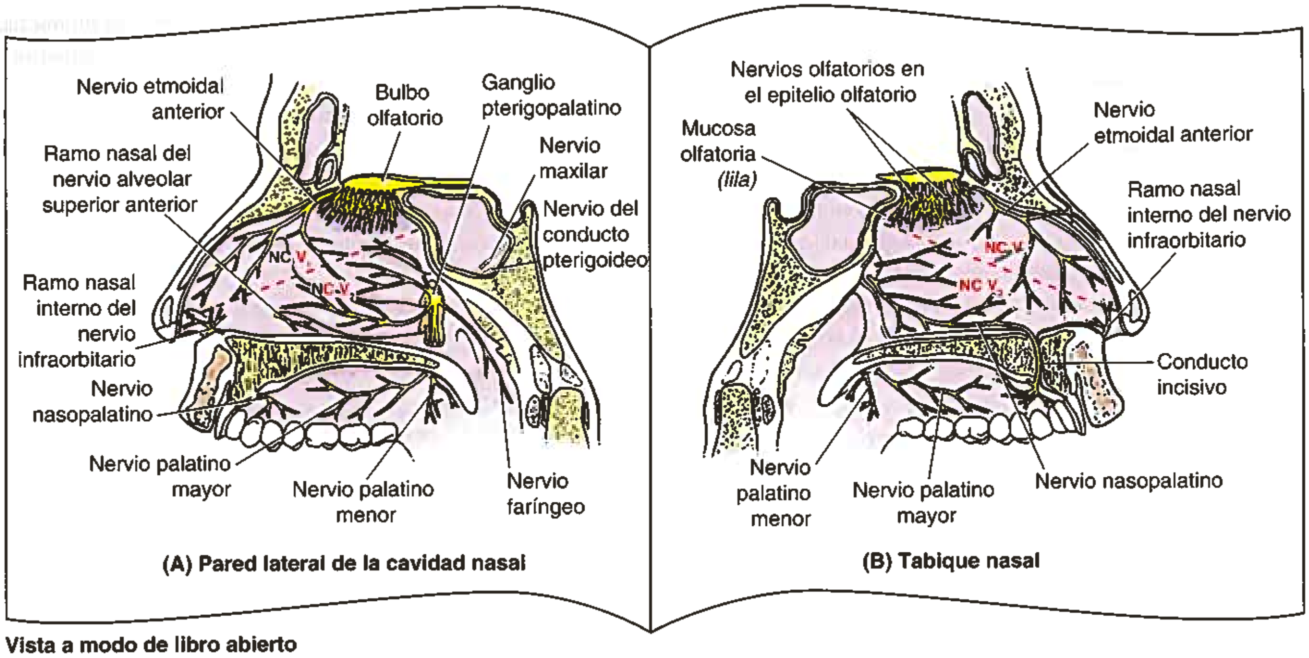

Nervio etmoidal anterior
Bulbo olfatorio
Ganglio pterigopalatino
Ramo nasal del nervio alveolar superior anterior
Nervio maxilar
Nervio del conducto pterigoideo
NC V_1
NC V_2
Ramo nasal interno del nervio infraorbitario
Nervio nasopalatino
Nervio palatino mayor
Nervio palatino menor
Nervio faríngeo
(A) Pared lateral de la cavidad nasal
Nervios olfatorios en el epitelio olfatorio
Mucosa olfatoria (lila)
Nervio etmoidal anterior
Ramo nasal interno del nervio infraorbitario
NC V_1
NC V_2
Conducto incisivo
Nervio palatino menor
Nervio palatino mayor
Nervio nasopalatino
(B) Tabique nasal
Vista a modo de libro abierto

FIGURA 7-106. Inervación de la cavidad nasal. Vista a modo de libro abierto de las paredes lateral y medial (septal) del lado derecho de la cavidad nasal. Una *línea de trazos* extrapolada aproximadamente desde el receso esfenoetmoidal hasta el vértice de la nariz delimita los territorios de los nervios oftálmico (NC V_1) y maxilar (NC V_2), que proporcionan la inervación sensitiva general tanto de la pared lateral como del tabique nasal. El nervio olfatorio (NC I) se distribuye hacia la mucosa olfatoria superior al nivel del cornete nasal superior, tanto en la pared lateral como en el tabique nasal.

olfatorio, situadas en la parte superior de las paredes lateral y septal de la cavidad nasal. Las prolongaciones centrales de estas células (que forman el nervio olfatorio) atraviesan la *lámina cribosa* y finalizan en el **bulbo olfatorio,** expansión rostral del **tracto olfatorio** (fig. 7-102A).

Senos paranasales

Los **senos paranasales,** llenos de aire, son extensiones de la porción respiratoria de la cavidad nasal en los huesos frontal, etmoides, esfenoides y maxilar. Su denominación corresponde a la de los huesos donde se alojan. Los senos continúan invadiendo el hueso circundante, y es frecuente hallar extensiones importantes de ellos en el cráneo de los individuos de edad avanzada.

SENOS FRONTALES

Los **senos frontales derecho** e **izquierdo** se hallan entre las tablas externa e interna del hueso frontal, posteriormente a los arcos superciliares y a la raíz de la nariz (figs. 7-103, 7-104 y 7-107). Los senos frontales suelen detectarse en los niños hacia los 7 años de edad. Cada seno frontal drena a través de un **conducto frontonasal** en el *infundíbulo etmoidal,* que se abre en el *hiato semilunar* del meato nasal medio. Los senos frontales están inervados por ramos de los *nervios supraorbitarios* (NC V_1).

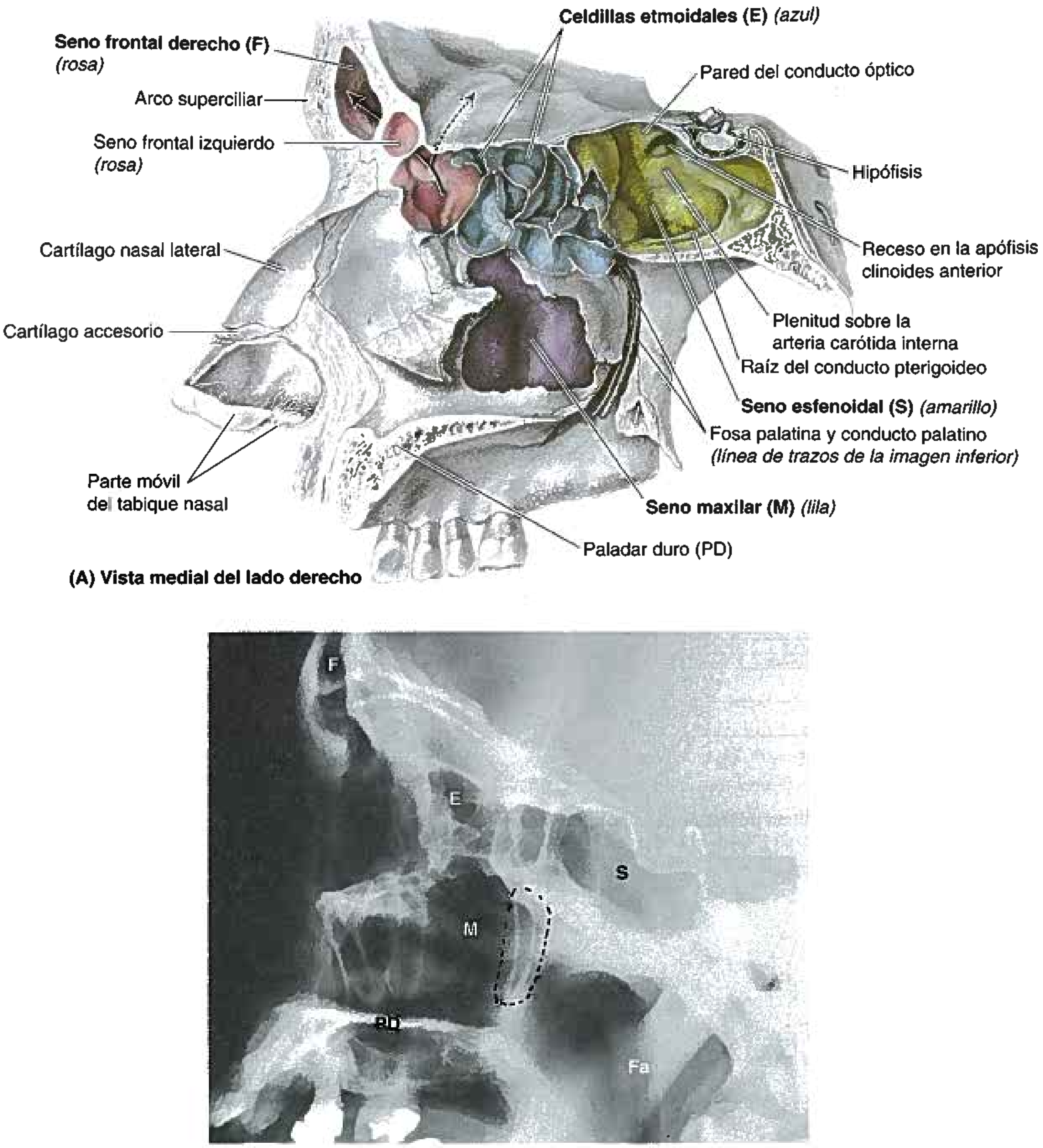
Los dos senos frontales raras veces tienen el mismo tamaño, y el tabique que los divide no suele estar situado totalmente en el plano medio. El tamaño de los senos frontales varía desde unos 5 mm hasta grandes espacios que se extienden lateralmente hacia las alas mayores del esfenoides. A menudo un seno frontal está dividido en dos partes: una parte vertical en la porción escamosa del hueso frontal, y una parte horizontal en su porción orbitaria. Una o ambas partes pueden ser grandes o pequeñas. Cuando la parte supraorbitaria es grande, su techo forma el suelo de la fosa craneal anterior, y su suelo constituye el techo de la órbita.

CELDILLAS ETMOIDALES

Las **celdillas (senos) etmoidales** son pequeñas invaginaciones de la mucosa de los meatos nasales medio y superior en el hueso etmoides, entre la cavidad nasal y la órbita (figs. 7-104, 7-107 y 7-108). Las celdillas etmoidales no suelen verse en las radiografías simples antes de los 2 años de edad, pero pueden reconocerse en las exploraciones por TC. Las **celdillas etmoidales anteriores** drenan directa o indirectamente en el meato nasal medio, a través del infundíbulo etmoidal. Las **celdillas etmoidales medias** se abren directamente en el meato medio y a veces se denominan «celdillas bullares» debido a que forman la *bulla etmoidal,* una protuberancia situada en el borde superior del hiato semilunar (fig. 7-103B). Las **celdillas etmoidales posteriores** se abren directamente en el meato superior. Las celdillas etmoidales están inervadas por los ramos etmoidales anterior y posterior de los *nervios nasociliares* (NC V_1) (figs. 7-19 y 7-106).

SENOS ESFENOIDALES

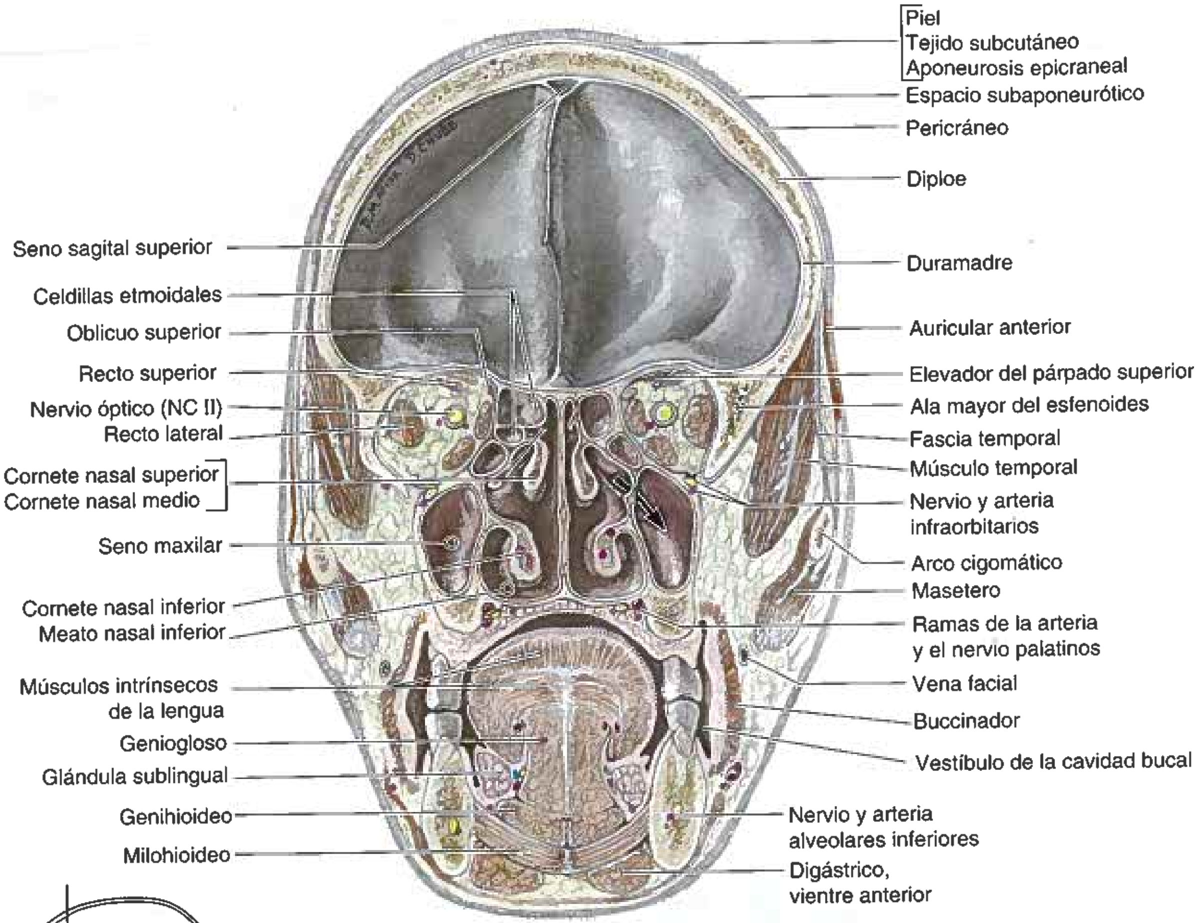
Los **senos esfenoidales** están localizados en el cuerpo del esfenoides y pueden extenderse a sus alas (figs. 7-103 y 7-107). Se hallan divididos desigualmente y separados por un tabique óseo. Debido a esta extensa neumatización (formación de celdillas aéreas), el

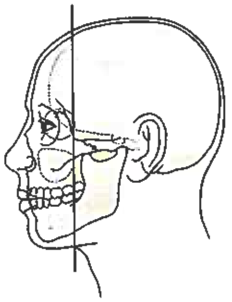

Seno frontal derecho (F) (rosa)
Arco superciliar
Seno frontal izquierdo (rosa)
Cartílago nasal lateral
Cartílago accesorio
Parte móvil del tabique nasal
(A) Vista medial del lado derecho
Celdillas etmoidales (E) (azul)
Pared del conducto óptico
Hipófisis
Receso en la apófisis clinoides anterior
Plenitud sobre la arteria carótida interna
Raíz del conducto pterigoideo
Seno esfenoidal (S) (amarillo)
Fosa palatina y conducto palatino (línea de trazos de la imagen inferior)
Seno maxilar (M) (lila)
Paladar duro (PD)
F
E
S
M
PD
Fa

(B) Radiografía lateral izquierda Fa = Faringe

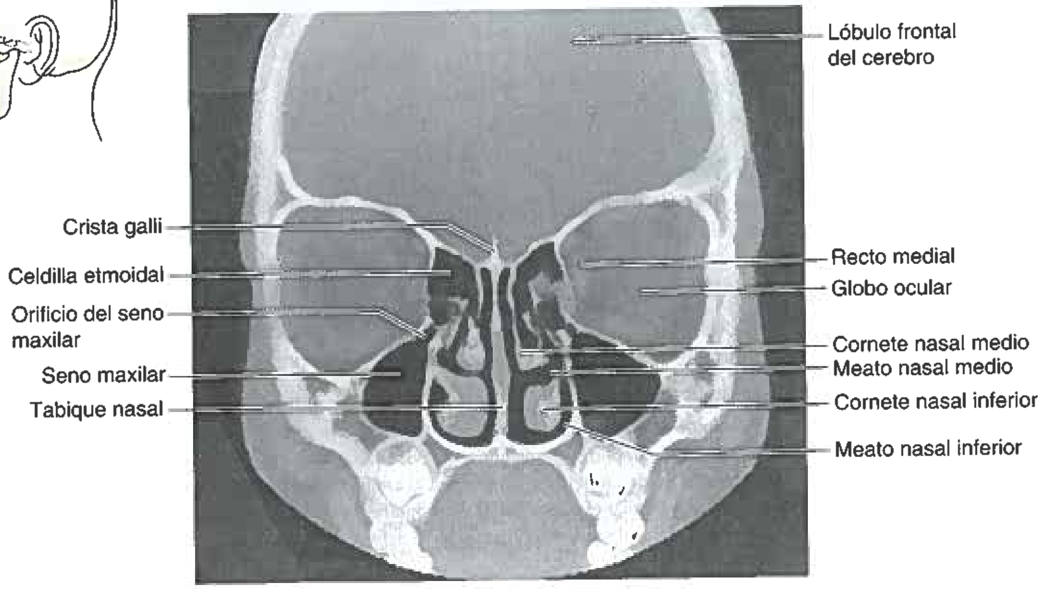
FIGURA 7-107. Senos paranasales I. A. Los senos paranasales del lado derecho se han abierto, siguiendo un abordaje nasal, y se han identificado por colores. Una celdilla etmoidal anterior *(rosa)* está invadiendo el diploe del hueso frontal para convertirse en un seno frontal. Una rama *(flecha de puntos)* invade la lámina orbitaria del hueso frontal. En esta imagen, el seno esfenoidal es amplio, extendiéndose: *1)* posteriormente, inferior con respecto a la hipófisis; *2)* lateralmente, inferior con respecto al nervio óptico (NC II), en la apófisis clinoides anterior, y *3)* inferior a la apófisis pterigoides, pero dejando el conducto pterigoideo y ascendiendo como un reborde sobre el suelo del seno. El seno maxilar es piramidal. **B.** Radiografía de cráneo que muestra densidades de aire *(áreas oscuras)* asociadas a los senos paranasales, la cavidad nasal, la cavidad bucal y la faringe. Las letras se definen en la parte **A.**

cuerpo del esfenoides es frágil. Sólo hay unas delgadas láminas óseas de separación entre los senos y varias estructuras importantes, como los nervios ópticos, el quiasma óptico, la hipófisis, las arterias carótidas internas y los senos cavernosos. Los senos esfenoidales derivan de una celdilla etmoidal posterior que comienza a invadir el esfenoides hacia los 2 años de edad. En algunas personas, esta invasión corre a cargo de varias celdillas etmoidales posteriores, lo que da lugar a la formación de múltiples senos esfenoidales que se abren por separado en el *receso esfenoetmoidal* (fig. 7-103A). Las arterias etmoidales posteriores, y los nervios homónimos que las acompañan, irrigan e inervan, respectivamente, los senos esfenoidales (fig. 7-105).


Piel
Tejido subcutáneo
Aponeurosis epicraneal
Espacio subaponeurótico
Pericráneo
Diploe
Duramadre
Auricular anterior
Elevador del párpado superior
Ala mayor del esfenoides
Fascia temporal
Músculo temporal
Nervio y arteria infraorbitarios
Arco cigomático
Masetero
Ramas de la arteria y el nervio palatinos
Vena facial
Buccinador
Vestíbulo de la cavidad bucal
Nervio y arteria alveolares inferiores
Digástrico, vientre anterior
Seno sagital superior
Celdillas etmoidales
Oblicuo superior
Recto superior
Nervio óptico (NC II)
Recto lateral
Cornete nasal superior
Cornete nasal medio
Seno maxilar
Cornete nasal inferior
Meato nasal inferior
Músculos intrínsecos de la lengua
Geniogloso
Glándula sublingual
Genihioideo
Milohioideo



(A) Vista posterior de la porción anterior de la cabeza


Lóbulo frontal del cerebro
Crista galli
Celdilla etmoidal
Orificio del seno maxilar
Seno maxilar
Tabique nasal
Recto medial
Globo ocular
Cornete nasal medio
Meato nasal medio
Cornete nasal inferior
Meato nasal inferior

(B) Vista anterior de una TC frontal

FIGURA 7-108. Senos paranasales II. El dibujo orientativo muestra el plano de la sección que se ofrece en ambas partes. **A.** El etmoides ocupa una posición central, con su componente horizontal formando la parte central de la fosa craneal anterior, superiormente, y la cavidad nasal inferiormente. En las celdillas etmoidales se fijan los cornetes nasales superior y medio, y forman parte de la pared medial de la órbita; la lámina perpendicular del etmoides forma parte del tabique nasal. El seno maxilar constituye la parte inferior de la pared lateral de la nariz y comparte una pared común con la órbita. El cornete nasal medio protege el hiato semilunar, en el cual se abre el orificio maxilar *(flecha)*. **B.** La TC muestra cavidades llenas de aire de la sección anatómica de la parte A. (Cortesía del Dr. D. Armstrong, Associate Professor of Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.)

SENOS MAXILARES

Los **senos maxilares** son los senos paranasales de mayor tamaño. Ocupan el cuerpo de los maxilares y comunican con el meato nasal medio (figs. 7-104, 7-107 y 7-108).

- El **vértice** del seno maxilar se extiende hacia el hueso cigomático, y con frecuencia se introduce en él.
- La **base** del seno maxilar forma la porción inferior de la pared lateral de la cavidad nasal.
- El **techo** del seno maxilar está formado por el suelo de la órbita.
- El **suelo** del seno maxilar está formado por la porción alveolar del maxilar. Las raíces de los dientes maxilares, particularmente las de los dos primeros molares, a menudo producen elevaciones cónicas en el suelo del seno.

Cada seno maxilar drena por medio de una o más aberturas, el **orificio del seno maxilar** (que puede ser múltiple), en el meato nasal medio de la cavidad nasal, a través del hiato semilunar.

La **irrigación arterial del seno maxilar** procede principalmente de ramas alveolares superiores de la **arteria maxilar** (figura 7-73; tabla 7-12), aunque el suelo del seno recibe irrigación de ramas de las *arterias palatinas descendente* y *mayor* (fig. 7-98B). La **inervación del seno maxilar** proviene de los **nervios alveolares superiores** anterior, medio y posterior, ramos del nervio maxilar (fig. 7-79A).

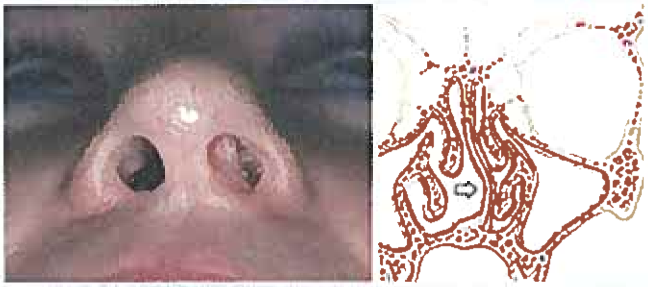
NARIZ

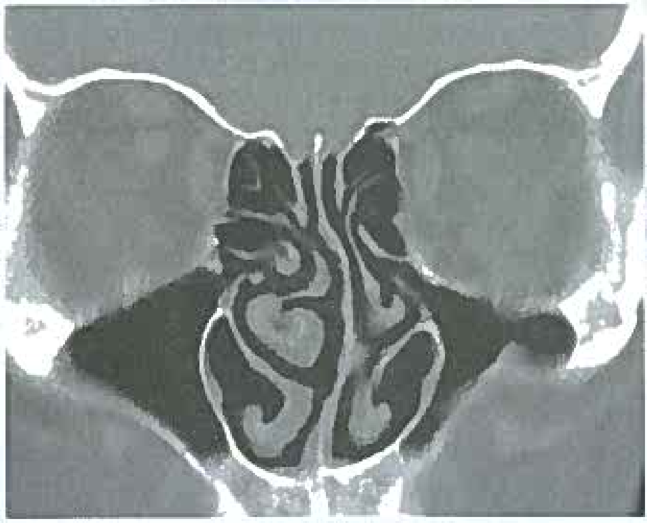
Fracturas nasales

Debido a la prominencia de la nariz, las fracturas de los huesos nasales son fracturas faciales frecuentes en accidentes de automóvil y en la práctica deportiva (a menos que se utilicen protectores faciales). Las fracturas suelen originar deformaciones de la nariz, especialmente cuando se recibe una fuerza lateral con el codo de otra persona, por ejemplo. Suele producirse una *epistaxis* (hemorragia nasal). En las fracturas graves, la rotura de huesos y cartílagos origina un desplazamiento de la nariz. Cuando la lesión es producto de un golpe directo, puede ocurrir también una fractura de la lámina cribosa del etmoides.

Desviación del tabique nasal

El tabique nasal suele estar desviado hacia uno u otro lado (fig. C7-40). Aunque esta desviación puede ser consecuencia de un parto traumático, es más frecuente que se produzca en la adolescencia y la edad adulta por un traumatismo (p. ej., en una pelea a puñetazos). A veces la desviación es tan intensa que el tabique nasal se halla en contacto con la pared lateral de la cavidad nasal, lo que a menudo dificulta la respiración


Tabique nasal desviado hacia el lado izquierdo


Proyección anterior, TC

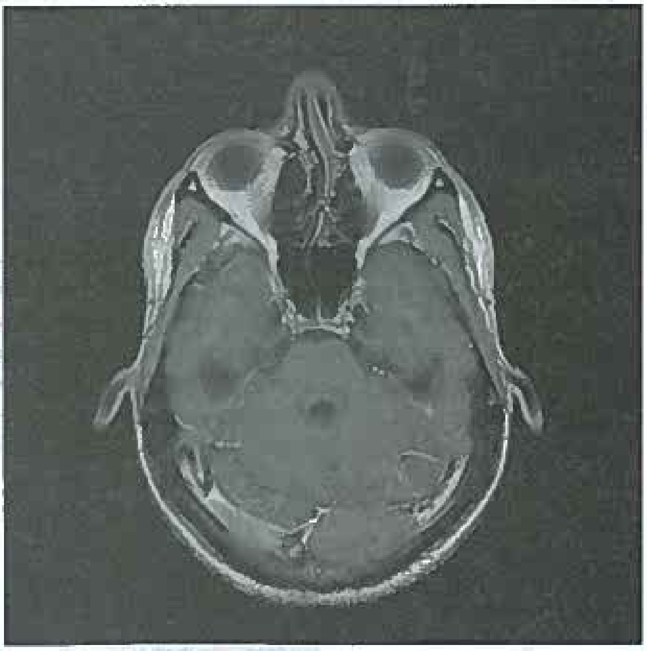

Proyección inferior, RM

FIGURA C7-40. Desviación del tabique nasal.

o exacerba el ronquido. La desviación puede corregirse quirúrgicamente.

Rinitis

La mucosa nasal aparece tumefacta e inflamada (*rinitis*) durante las infecciones respiratorias altas y las reacciones alérgicas (p. ej., fiebre del heno). El edema de la mucosa se produce rápidamente debido a su vascularización. Las infecciones de la cavidad nasal pueden propagarse a:

- La fosa craneal anterior a través de la lámina cribosa.
- La nasofaringe y los tejidos blandos retrofaríngeos.
- El oído medio a través de la *trompa auditiva* (trompa faringotimpánica), que pone en comunicación la cavidad timpánica y la nasofaringe.
- Los senos paranasales.
- El aparato lagrimal y la conjuntiva.

Epistaxis

La epistaxis (hemorragia nasal) es relativamente frecuente por la abundante irrigación sanguínea de la mucosa nasal. En la mayoría de los casos, la causa es traumática y la hemorragia procede del área situada en el tercio anterior de la nariz (área de Kiesselbach). La epistaxis se asocia también a infecciones e hipertensión. La salida de sangre de la nariz a borbotones es consecuencia de la rotura de una arteria. La epistaxis moderada también puede ocurrir por el acto de urgarse la nariz, que desgarra las venas del vestíbulo nasal.

Sinusitis

Como los senos paranasales se continúan con las cavidades nasales a través de aberturas que comunican con ellos, la infección puede propagarse a partir de las cavidades nasales y producir inflamación y edema de la mucosa de los senos (*sinusitis*), con dolor local. A veces se inflaman varios senos (*pansinusitis*) y el edema de la mucosa puede bloquear una o más aberturas de los senos a las cavidades nasales.

Infección de las celdillas etmoidales

Si se bloquea el drenaje nasal, las infecciones de las celdillas etmoidales pueden atravesar la frágil pared medial de la órbita. Las infecciones graves de este origen pueden ocasionar ceguera, debido a que algunas celdillas etmoidales posteriores se hallan próximas al conducto óptico, que da paso al nervio óptico y la arteria oftálmica. La propagación de la infección a partir de estas celdillas puede afectar también a la vaina dural del nervio óptico, causando *neuritis óptica*.

Infección de los senos maxilares

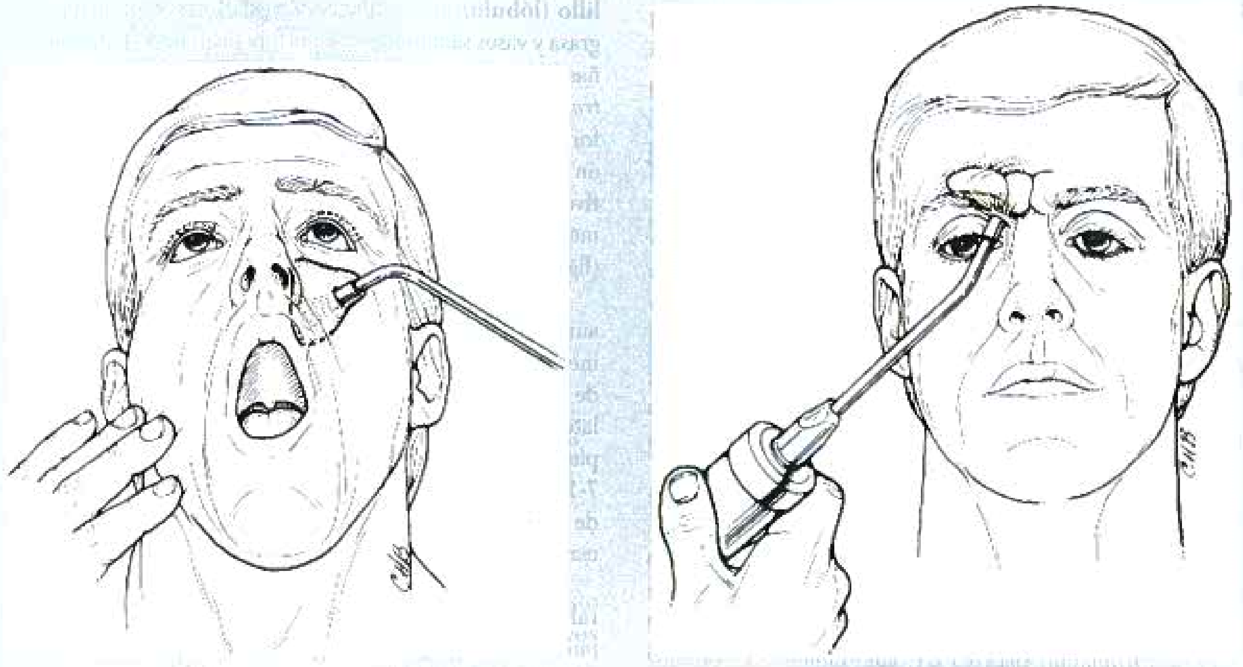
Los senos maxilares son los que se infectan con más frecuencia, debido probablemente a que sus orificios de drenaje son pequeños y se localizan en una posición alta en las paredes superomediales del seno. Cuando la mucosa del seno se congestiona, a menudo los orificios maxilares se obstruyen. Debido a la localización alta de los orificios, cuando la cabeza está erguida es imposible que drenen los senos hasta que están llenos. Como los orificios de ambos senos están situados en sus paredes mediales (es decir, orientados el uno hacia el otro), cuando el individuo se halla en decúbito lateral sólo drena el seno situado en posición alta (p. ej., el seno derecho en decúbito lateral izquierdo). Si un resfriado o un proceso alérgico interesa los dos senos, el paciente puede dar vueltas en la cama al tratar de que drenen ambos. El seno maxilar puede drenarse pasando una cánula desde las narinas a través del orificio maxilar hasta el interior del seno.

Relación de los dientes con el seno maxilar

La estrecha proximidad entre los tres molares maxilares y el suelo del seno maxilar puede originar problemas graves. Al extraer un molar maxilar puede romperse una de sus raíces. Si no se utiliza un método adecuado para extraerla, puede impulsarse superiormente hacia el interior del seno maxilar y crearse una comunicación entre éste y la cavidad bucal, con posibilidad de que ocurra una infección. Debido a que los nervios alveolares superiores (ramos del nervio maxilar) inervan los dientes maxilares y la mucosa de los senos maxilares, la inflamación de esta última se acompaña con frecuencia de una sensación dolorosa en el diente molar.

Transiluminación de los senos

La transiluminación de los senos maxilares se realiza en un cuarto oscuro. Se coloca una luz intensa dentro de la boca del paciente sobre un lado del paladar duro, o se aplica firmemente contra la mejilla (fig. C7-41A). El haz luminoso atraviesa el seno maxilar y crea un brillo apagado de forma semilunar por debajo de la órbita. Si el seno contiene un exceso de líquido, una masa o una mucosa engrosada, disminuye el brillo. Para transiluminar los senos frontales se dirige la luz superiormente bajo la parte medial de la ceja, lo que origina normalmente un brillo por encima de la órbita (fig. C7-41B). Debido a las grandes diferencias que existen en el desarrollo de los senos, hay variaciones de una persona a otra en cuanto al patrón y la extensión de la zona iluminada (Swartz, 2006).



(A) Transiluminación del seno maxilar

(B) Transiluminación del seno frontal

FIGURA C7-41.

Puntos fundamentales

NARIZ

La nariz es el sistema de ventilación que atraviesa la cabeza y permite la creación de un flujo de aire entre el ambiente externo y el sistema respiratorio inferior (pulmones). ♦ Cuando el aire penetra a través de la nariz, se analiza su composición química (aumento de la olfacción y el gusto) y se calienta, humidifica y filtra a su paso hacia los pulmones. Cuando sale, libera calor y humedad. ♦ La nariz también proporciona una vía de drenaje para el moco y el líquido lagrimal.

Esqueleto de la nariz. En su abertura anterior a través de las narinas, la cavidad nasal queda subdividida por un tabique nasal medio. ♦ La nariz propiamente dicha y el tabique anterior se benefician de la flexibilidad que les proporciona un esqueleto cartilaginoso, que reduce la posibilidad de fracturas nasales. ♦ A excepción del tabique y el suelo, las paredes de la cavidad nasal están muy neumatizadas por los senos paranasales, y en sus paredes laterales se encuentran las conchas o cornetes.

Cavidades nasales. Tanto los senos como las conchas o cornetes aumentan la superficie secretora para el intercambio de humedad y calor. ♦ Esencialmente, todas las superficies están recubiertas de una mucosa secretora gruesa y vascularizada, cuya porción anterosuperior (incluida la mayor parte de la mucosa de los senos paranasales) recibe la arteria y el nervio oftálmicos (NC V_1), y la porción posteroinferior (incluida la mucosa del seno maxilar) recibe la arteria y el nervio maxilares (NC V_2). ♦ La mucosa del techo y las áreas adyacentes de las paredes y el tabique recibe también inervación sensitiva especial procedente del nervio olfatorio (NC I). ♦ Posteriormente, la cavidad nasal se continúa con la nasofaringe a través de las coanas; el paladar blando sirve como válvula o puerta de entrada para controlar el acceso de la vía aérea nasal. ♦ El hueso y la mucosa de las paredes laterales de esta vía presentan perforaciones que corresponden a las aberturas de los conductos nasolagrimales, los senos paranasales y la trompa auditiva. ♦ Sólo el hueso es perforado por el agujero pterigopalatino, a través del cual pasan las estructuras vasculonerviosas hacia el interior de la mucosa nasal.

Senos paranasales. Los senos paranasales reciben la denominación correspondiente al hueso que los aloja. ♦ El seno maxilar es el de mayor tamaño. ♦ La mayoría se abren en el meato nasal medio, a excepción de los senos esfenoidales, que drenan en el receso esfenoetmoidal.

OÍDO

El **oído** se divide en oído externo, medio e interno (fig. 7-109). El oído externo y el oído medio están relacionados principalmente con la transferencia del sonido al oído interno, que contiene el órgano del equilibrio además del órgano de la audición. La *membrana timpánica* separa el oído externo del oído medio. La *trompa auditiva* conecta el oído medio con la nasofaringe.

Oído externo

El **oído externo** está compuesto por la *oreja,* que recoge el sonido, y el *conducto auditivo externo,* que lo conduce hacia la membrana timpánica.

OREJA

La **oreja** se compone de una lámina de cartílago elástico de forma irregular, cubierto por una piel delgada (fig. 7-110). La oreja presenta varias depresiones y elevaciones. La **concha** es la depresión más profunda. El borde elevado de la oreja es el **hélix.** Las otras depresiones y elevaciones se exponen en la figura 7-110. El **lobulillo (lóbulo),** no cartilaginoso, está formado por tejido fibroso, grasa y vasos sanguíneos. Se perfora fácilmente para tomar pequeñas muestras de sangre o insertar pendientes. El **trago** (del griego *tragos*, cabra; en alusión a los pelos que tienden a crecer en esta formación, parecidos a la barba de una cabra) es una proyección en forma de lengüeta que recubre el orificio del conducto auditivo externo. La **irrigación arterial** de la oreja deriva principalmente de las *arterias auricular posterior y temporal superficial* (fig. 7-111A).

Los principales **nervios de la piel de la oreja** son los nervios auricular mayor y auriculotemporal. El **nervio auricular mayor** inerva la cara craneal (medial; comúnmente denominada «dorso de la oreja») y la parte posterior (hélix, antihélix y lóbulo) de la cara lateral. El **nervio auriculotemporal,** ramo del NC V$_3$, inerva la piel de la oreja anterior al conducto auditivo externo (figs. 7-109 y 7-111A). Los nervios vago y facial aportan contribuciones menores, de significado embriológico, a la piel de la concha y sus prominencias.

El **drenaje linfático** de la oreja se realiza, en la cara lateral de la mitad superior de la oreja, hacia los *nódulos linfáticos parotídeos superficiales* (fig. 7-111B); la cara craneal de la mitad superior de la oreja drena en los **nódulos linfáticos mastoi-**

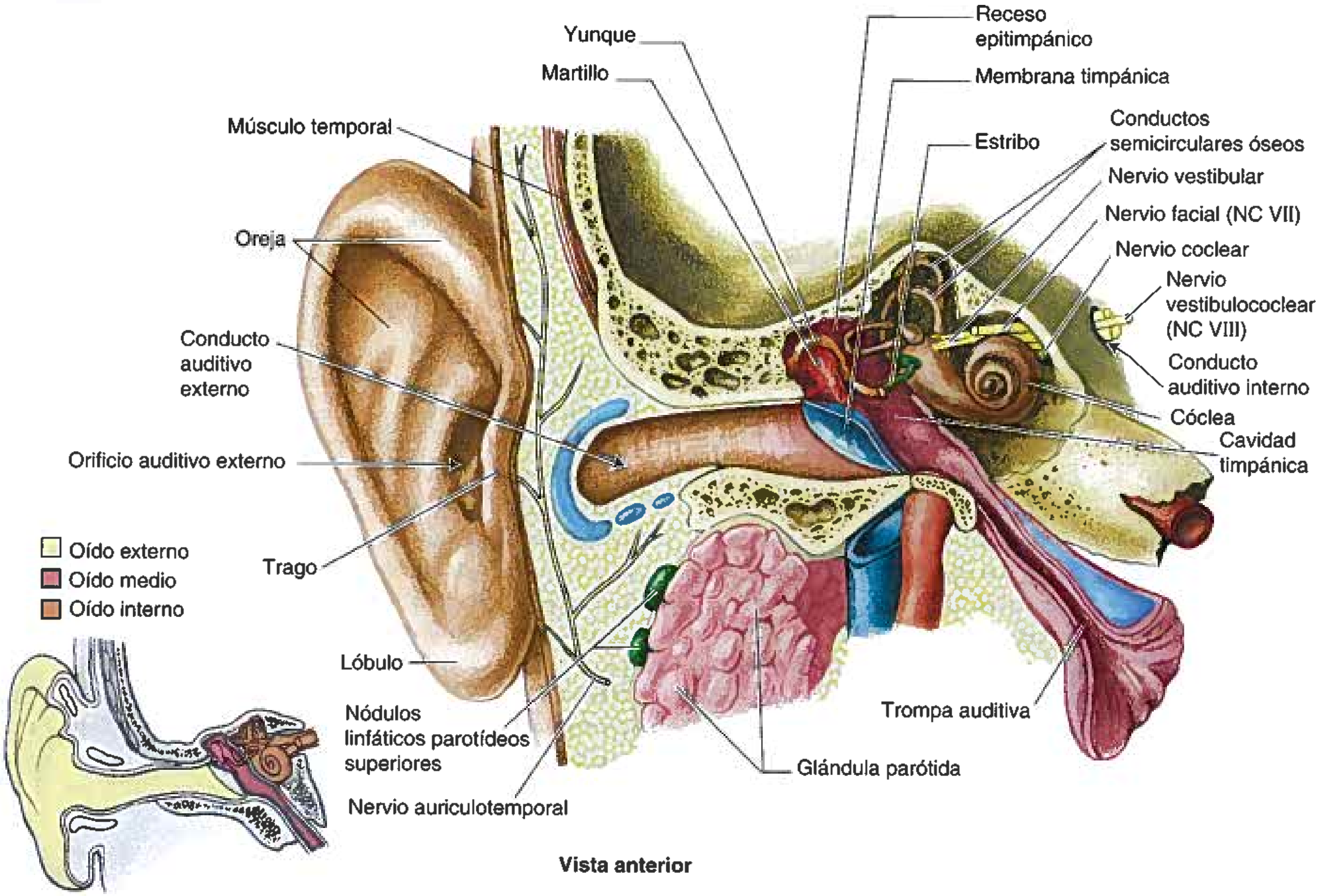

Yunque
Martillo
Receso epitimpánico
Membrana timpánica
Músculo temporal
Estribo
Conductos semicirculares óseos
Nervio vestibular
Nervio facial (NC VII)
Oreja
Nervio coclear
Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Conducto auditivo externo
Conducto auditivo interno
Cóclea
Orificio auditivo externo
Cavidad timpánica
☐ Oído externo
🟥 Oído medio
🟧 Oído interno
Trago
Lóbulo
Trompa auditiva
Nódulos linfáticos parotídeos superiores
Glándula parótida
Nervio auriculotemporal
Vista anterior

FIGURA 7-109. Partes del oído. Sección frontal del oído, con un dibujo orientativo acompañante, que muestra que consta de tres partes: externa, media e interna. El oído externo está formado por la oreja y el conducto auditivo externo. El oído medio es un espacio aéreo en el que se localizan los huesecillos del oído. El oído interno contiene el laberinto membranoso, cuyas principales divisiones son el laberinto coclear y el laberinto vestibular.

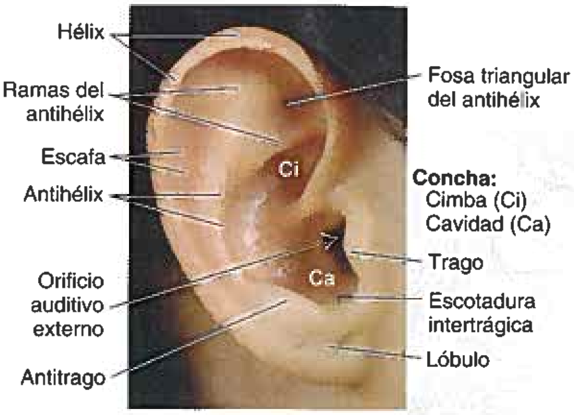


FIGURA 7-110. Oído externo. Partes de la oreja habitualmente utilizadas en la descripción clínica. El oído externo está formado por la oreja y el conducto auditivo externo.

deos y en los *nódulos linfáticos cervicales profundos*; el resto de la oreja, incluido el lóbulo, drena en los **nódulos linfáticos cervicales superficiales.**

CONDUCTO AUDITIVO EXTERNO

El **conducto auditivo externo** se extiende hacia el interior a través de la porción timpánica del hueso temporal, desde la oreja hasta la membrana timpánica, una distancia de 2-3 cm en el adulto (fig. 7-109). El tercio lateral de este conducto, ligeramente en forma de S, es cartilaginoso y está recubierto de piel que se continúa con la piel de la oreja. Los dos tercios mediales son óseos y están revestidos de piel delgada que se continúa con la capa externa de la membrana timpánica. Las glándulas ceruminosas y sebáceas, en el tejido subcutáneo de la porción cartilaginosa, producen *cerumen*.

La **membrana timpánica (tímpano),** aproximadamente de 1 cm de diámetro, es delgada, de forma ovalada y semitransparente; se halla situada en el extremo medial del conducto auditivo externo (figs. 7-109 y 7-112). La membrana establece una separación entre el conducto auditivo externo y la cavidad timpánica del oído medio.

La membrana timpánica está recubierta de piel delgada externamente, y de la mucosa del oído medio internamente. Observada a través de un *otoscopio*, presenta una concavidad hacia el conducto auditivo externo, con una depresión cónica superficial en el centro, el **ombligo** (fig. 7-112A) (v. el cuadro azul «Exploración otoscópica», p. 977). El eje central de la membrana timpánica discurre perpendicularmente a través del ombligo como el mango de un paraguas, en sentido anteroinferior mientras se dirige lateralmente. Así pues, la membrana timpánica está orientada como un minúsculo radar para recibir las señales procedentes del ambiente situado delante y al lado de la cabeza.

Superiormente a la apófisis lateral del *martillo* (uno de los huesecillos del oído medio), la membrana es delgada y se denomina **porción fláccida.** Carece de las fibras radiales y circulares que están presentes en el resto de la membrana, denominada **porción tensa.** La porción fláccida forma la pared lateral del receso superior de la cavidad timpánica.

La membrana timpánica se mueve en respuesta a las vibraciones del aire que llegan hasta ella a través del conducto auditivo externo. Los movimientos de la membrana se transmiten mediante los huesecillos del oído a través del oído medio hacia el oído interno (fig. 7-109). La cara externa de la membrana timpánica está inervada principalmente por el *nervio auriculotemporal* (fig. 7-111A), un ramo del NC V_3. Una parte de la inervación corre a cargo de un pequeño *ramo auricular del vago* (NC X). La cara interna de la membrana timpánica recibe inervación del nervio glosofaríngeo (NC IX).

Oído medio

La **cavidad del oído medio,** o **cavidad timpánica,** es la estrecha cámara llena de aire situada en la porción petrosa del hueso temporal (figs. 7-109 y 7-113). Tiene dos porciones: la **cavidad timpánica propiamente dicha,** o espacio directamente interno a la membrana timpánica, y el **receso epitimpánico,** o espacio superior a la membrana. La cavidad timpánica está conectada anteromedialmente con la nasofaringe por la *trompa auditiva,* y posterosuperiormente con las celdillas mastoideas por el *antro mastoideo* (figs. 7-113A y 7-114). La cavidad timpánica está revestida de una mucosa que se continúa con la mucosa que recubre la trompa auditiva, las celdillas mastoideas y el antro mastoideo.

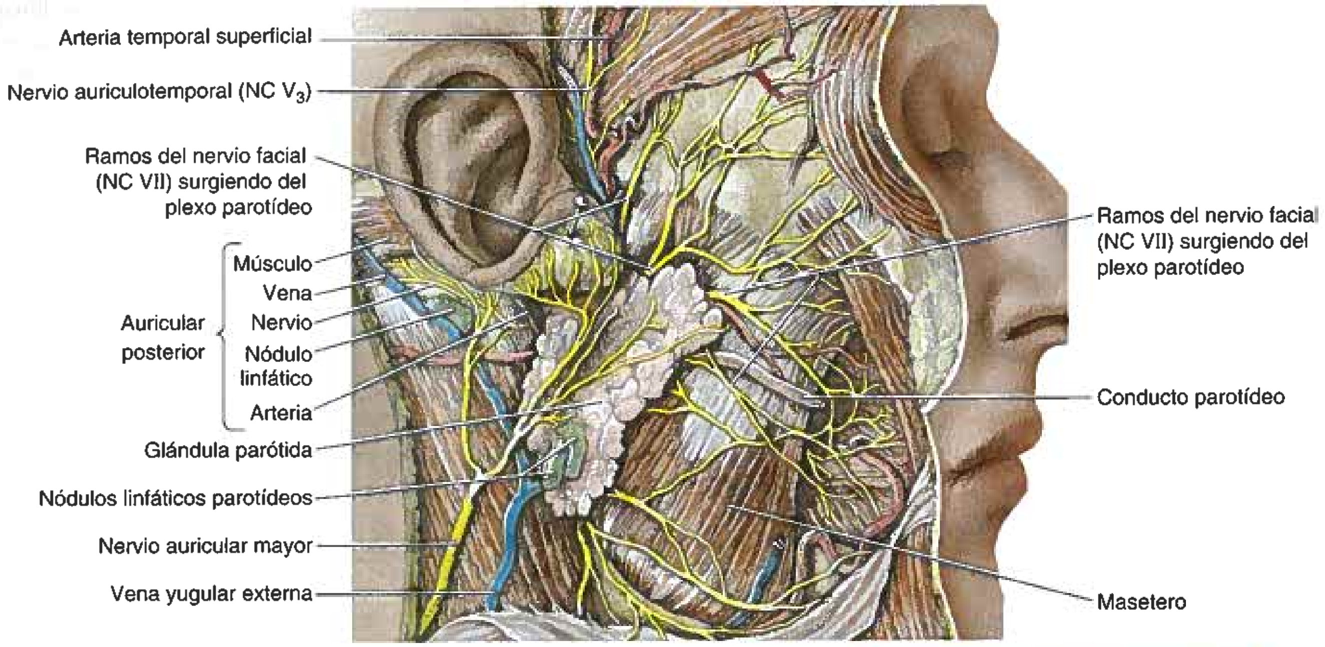
El oído medio alberga:

- Los huesecillos del oído (martillo, yunque y estribo).
- Los músculos estapedio y tensor del tímpano.
- La cuerda del tímpano, un ramo del NC VII (fig. 7-114).
- El plexo nervioso timpánico.

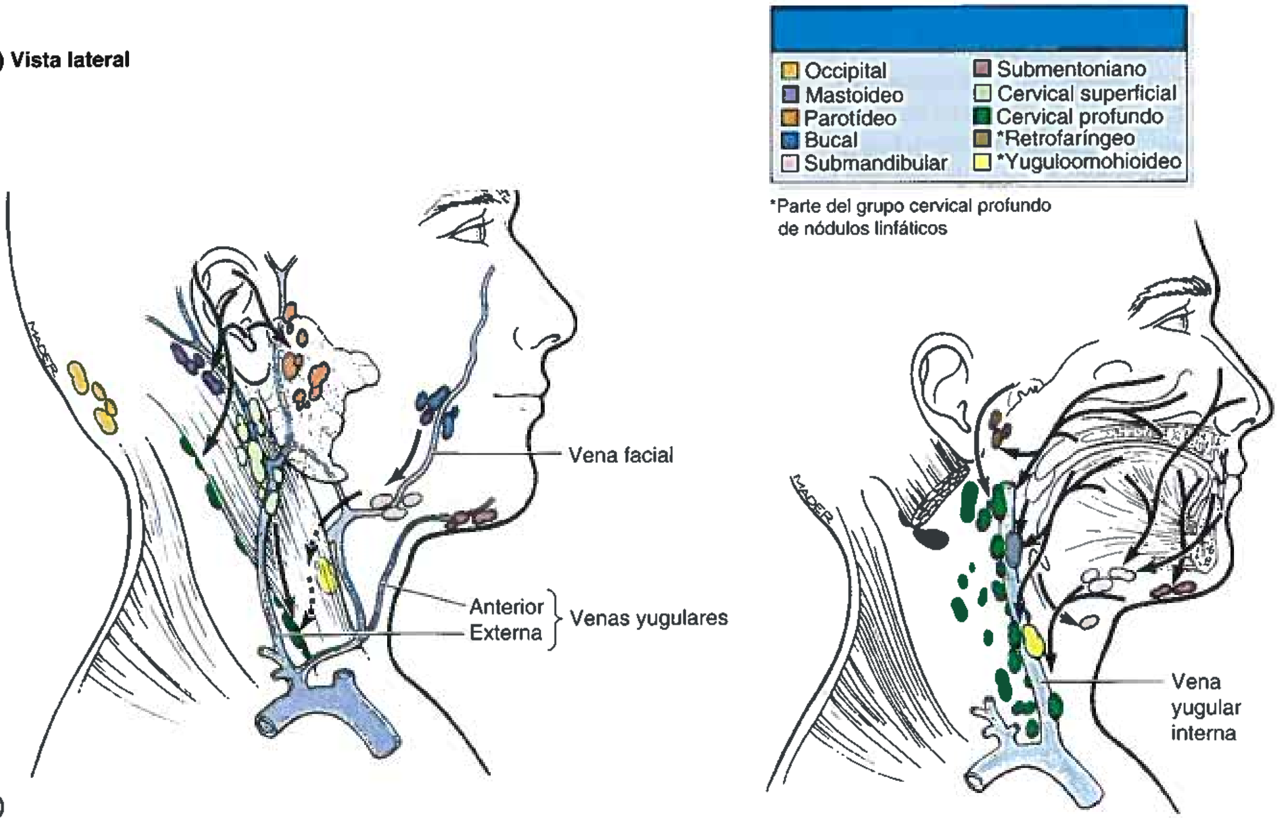
PAREDES DE LA CAVIDAD TIMPÁNICA

El oído medio, cuya forma es semejante a una caja estrecha con lados cóncavos, tiene seis paredes (fig. 7-114B).

1. La **pared tegmentaria (techo)** está formada por una delgada lámina ósea, el *techo del tímpano*, que separa la cavidad timpánica de la duramadre del suelo de la fosa craneal media.
2. La **pared yugular (suelo)** está formada por una capa ósea que separa la cavidad timpánica del bulbo superior de la vena yugular interna.
3. La **pared membranosa (pared lateral)** está formada casi totalmente por la convexidad picuda de la *membrana timpánica*; superiormente está formada por la pared lateral ósea del *receso epitimpánico.* El manubrio del martillo está unido a la membrana timpánica y su cabeza se extiende hacia el interior del receso epitimpánico.
4. La **pared laberíntica (pared medial)** separa la cavidad timpánica del oído interno. También presenta el *promontorio de la pared laberíntica*, formado por la porción inicial (espira basal) de la cóclea y las *ventanas coclear* y *vestibular*, que en el cráneo en seco se comunican con el oído interno.
5. La **pared mastoidea (pared posterior)** tiene una abertura en su parte superior, la **entrada al antro mastoideo,** que conecta

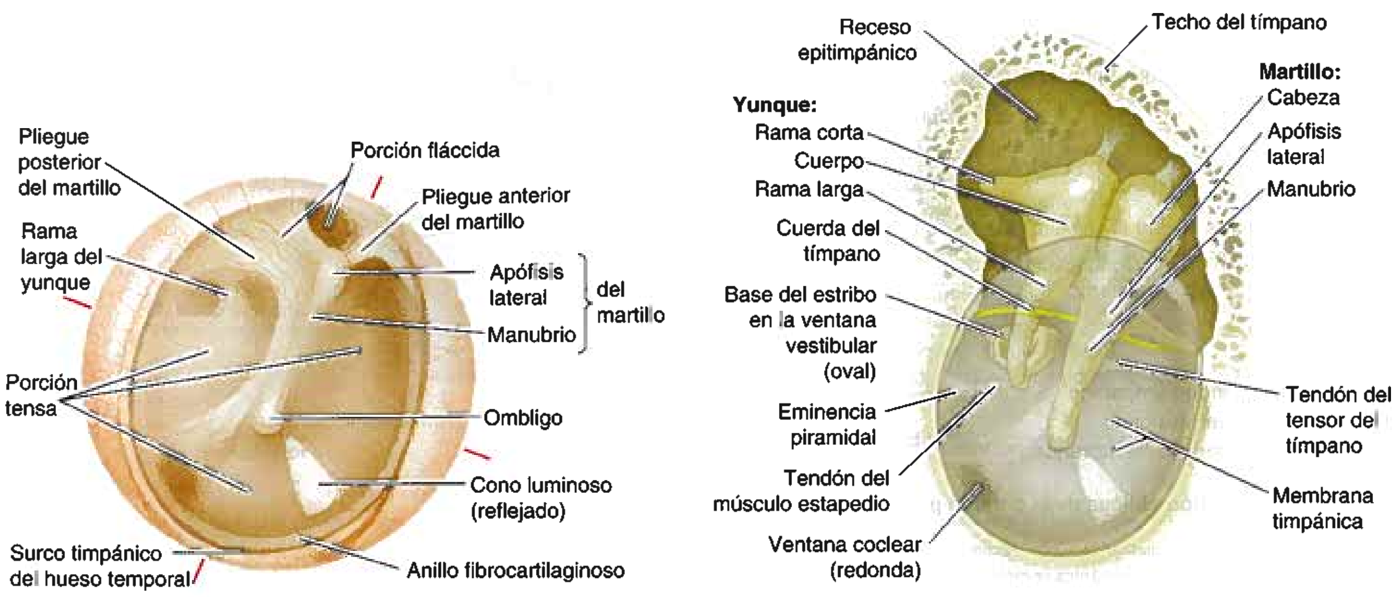

Arteria temporal superficial
Nervio auriculotemporal (NC V3)
Ramos del nervio facial (NC VII) surgiendo del plexo parotídeo
Auricular posterior
Músculo
Vena
Nervio
Nódulo linfático
Arteria
Glándula parótida
Nódulos linfáticos parotídeos
Nervio auricular mayor
Vena yugular externa
Ramos del nervio facial (NC VII) surgiendo del plexo parotídeo
Conducto parotídeo
Masetero

(A) Vista lateral


Occipital
Mastoideo
Parotídeo
Bucal
Submandibular
Submentoniano
Cervical superficial
Cervical profundo
*Retrofaríngeo
*Yuguloomohioideo
*Parte del grupo cervical profundo de nódulos linfáticos
MADER
Vena facial
Anterior
Externa
Venas yugulares
MADER
Vena yugular interna

(B)

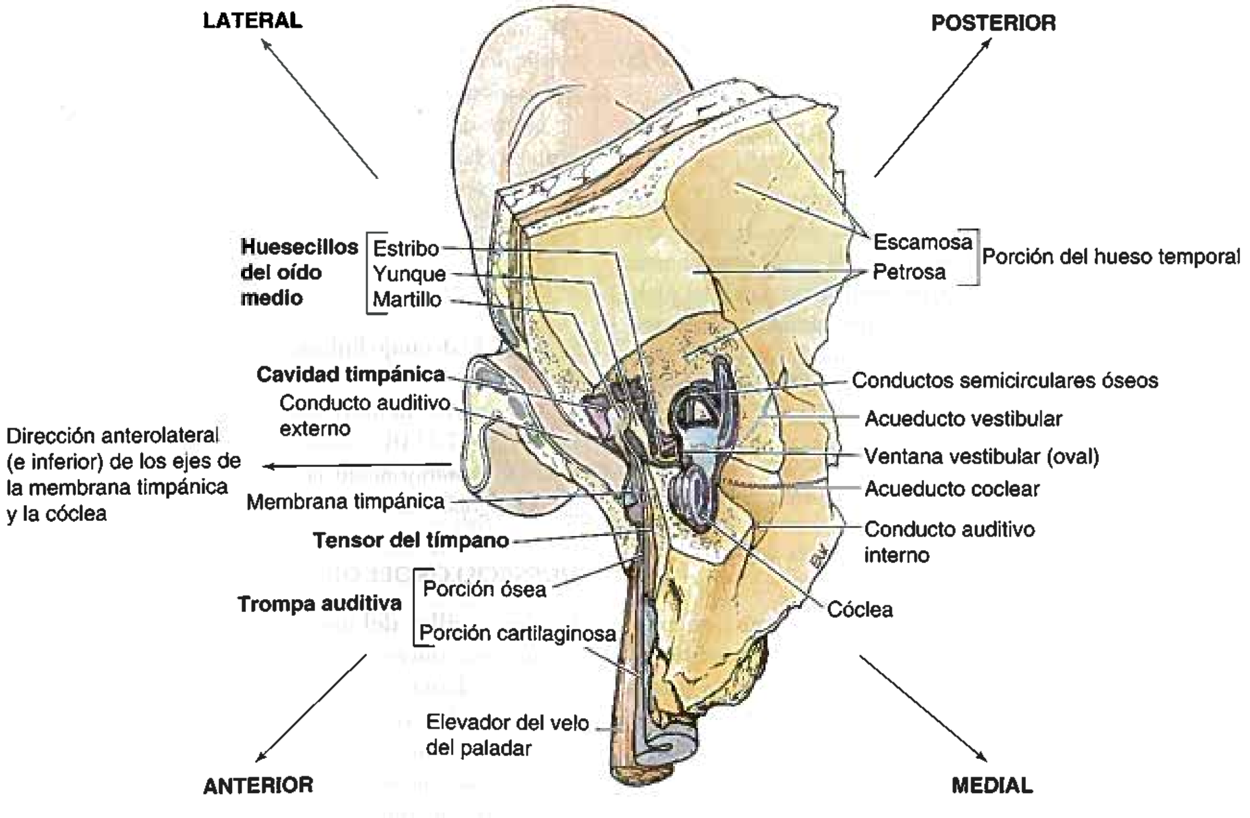
FIGURA 7-111. Disección de la cara y drenaje linfático de la cabeza. A. Las arterias y venas auriculares posteriores y temporales superficiales, y los nervios auricular mayor y auriculotemporal, proporcionan la circulación y la inervación del oído externo. **B.** El drenaje linfático se dirige hacia los nódulos linfáticos parotídeos, así como a los nódulos mastoideos y cervicales superficiales; todos ellos drenan en los nódulos linfáticos cervicales profundos.


Pliegue posterior del martillo
Porción fláccida
Pliegue anterior del martillo
Rama larga del yunque
Apófisis lateral
Manubrio
del martillo
Porción tensa
Ombligo
Cono luminoso (reflejado)
Surco timpánico del hueso temporal
Anillo fibrocartilaginoso
Receso epitimpánico
Techo del tímpano
Yunque:
Rama corta
Cuerpo
Rama larga
Martillo:
Cabeza
Apófisis lateral
Manubrio
Cuerda del tímpano
Base del estribo en la ventana vestibular (oval)
Eminencia piramidal
Tendón del músculo estapedio
Ventana coclear (redonda)
Tendón del tensor del tímpano
Membrana timpánica

(A) Imagen otoscópica de la membrana timpánica derecha

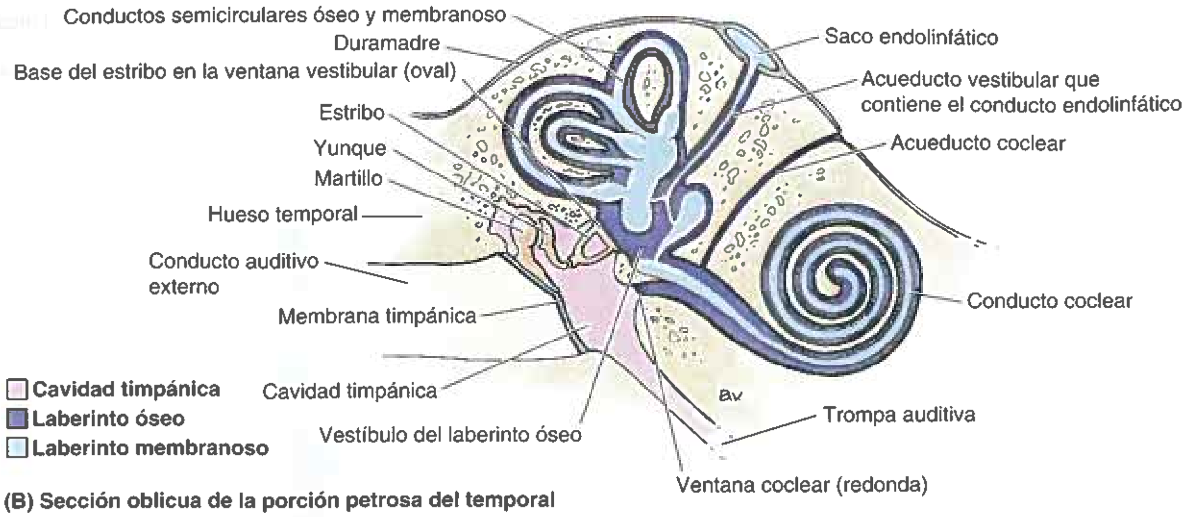
(B) Huesecillos del oído vistos a través de la membrana timpánica

FIGURA 7-112. Membrana timpánica y abordaje lateral de la cavidad timpánica. A. Imagen otoscópica de la membrana timpánica derecha. El *cono luminoso* es un reflejo de la luz del otoscopio. **B.** La membrana timpánica se representa semitransparente y se ha retirado la pared lateral del receso epitimpánico para mostrar los huesecillos del oído medio *in situ*.


LATERAL
POSTERIOR
Huesecillos del oído medio
Estribo
Yunque
Martillo
Escamosa
Petrosa
Porción del hueso temporal
Cavidad timpánica
Conducto auditivo externo
Conductos semicirculares óseos
Acueducto vestibular
Dirección anterolateral (e inferior) de los ejes de la membrana timpánica y la cóclea
Ventana vestibular (oval)
Acueducto coclear
Membrana timpánica
Tensor del tímpano
Conducto auditivo interno
Trompa auditiva
Porción ósea
Porción cartilaginosa
Cóclea
Elevador del velo del paladar
ANTERIOR
MEDIAL

(A) Vista superomedial

FIGURA 7-113. Esquema general y orientación de los componentes del oído. A. Imagen del oído *in situ*. El conducto auditivo externo discurre en sentido lateral a medial. El eje de la membrana timpánica y el eje sobre el cual se enrolla la cóclea discurren inferiormente y anteriormente a medida que avanza lateralmente. Los ejes longitudinales de los laberintos óseo y membranoso, y de la trompa auditiva y de los músculos elevador del velo del paladar y tensor del tímpano, se encuentran perpendiculares a los de la membrana timpánica y la cóclea (discurren inferiormente y anteriormente al avanzar medialmente) *(continúa)*.


Conductos semicirculares óseo y membranoso
Duramadre
Base del estribo en la ventana vestibular (oval)
Estribo
Yunque
Martillo
Hueso temporal
Conducto auditivo externo
Membrana timpánica
Cavidad timpánica
Vestíbulo del laberinto óseo
Saco endolinfático
Acueducto vestibular que contiene el conducto endolinfático
Acueducto coclear
Conducto coclear
Av
Trompa auditiva
Ventana coclear (redonda)
▢ Cavidad timpánica
■ Laberinto óseo
▢ Laberinto membranoso

(B) Sección oblicua de la porción petrosa del temporal

FIGURA 7-113. *(Continuación)* B. Oído medio y oído interno. El oído medio se encuentra entre la membrana timpánica y el oído interno. De la pared lateral a la pared medial de la cavidad timpánica se extienden tres huesecillos. La trompa auditiva es una comunicación entre la pared anterior de la cavidad timpánica y la pared lateral de la nasofaringe. El oído interno está formado por un sistema cerrado de tubos y bulbos membranosos, el laberinto membranoso, que está lleno de un líquido denominado endolinfa *(naranja)*, y bañado y rodeado por un líquido llamado perilinfa *(lila)*

la cavidad timpánica con las celdillas mastoideas; el conducto para el nervio facial desciende entre la pared posterior y el antro, medialmente a la entrada a este último.

6. La **pared carotídea,** anterior, separa la cavidad timpánica del conducto carotídeo; superiormente presenta el **orificio de la trompa auditiva** y el **conducto del tensor del tímpano.**

El **antro mastoideo** es una cavidad en la apófisis mastoides del hueso temporal (fig. 7-114A). El antro, al igual que ocurre en la cavidad timpánica, está separado de la fosa craneal media por una delgada lámina del hueso temporal, denominada **techo del tímpano.** Esta estructura constituye la *pared tegmentaria* (techo) de las cavidades del oído, y también forma parte del suelo de la porción lateral de la fosa craneal media. El antro mastoideo es la cavidad común en la cual se abren las celdillas mastoideas. El antro y las celdillas mastoideas están revestidos de una mucosa que se continúa con la que tapiza el oído medio. Anteroinferiormente, el antro está relacionado con el conducto del nervio facial.

TROMPA AUDITIVA

La **trompa auditiva** (faringotimpánica) conecta la cavidad timpánica y la nasofaringe, donde se abre posterior al meato nasal inferior (fig. 7-113). El tercio posterolateral de la trompa auditiva es óseo, y el resto es cartilaginoso. La trompa auditiva está revestida de una mucosa que se continúa posteriormente con la que tapiza la cavidad timpánica, y anteriormente con la mucosa de la nasofaringe.

La *función de la trompa auditiva* consiste en igualar la presión en el oído medio con la presión atmosférica, lo cual permite que la membrana timpánica se mueva libremente. Al permitir que el aire entre y salga de la cavidad timpánica, la trompa auditiva equilibra las presiones a ambos lados de la membrana timpánica. Como las paredes de la porción cartilaginosa de la trompa se hallan normalmente en aposición, su apertura debe realizarse de un modo activo, lo que se logra mediante el cinturón expansor del vientre muscular del *elevador del velo del paladar;* al contraerse longitudinalmente este músculo empuja una pared, mientras que la contracción del *tensor del velo del paladar* tracciona de la otra pared. Debido a que estos músculos pertenecen al paladar blando, el igualamiento de las presiones se asocia comúnmente con actividades como el bostezo y la deglución.

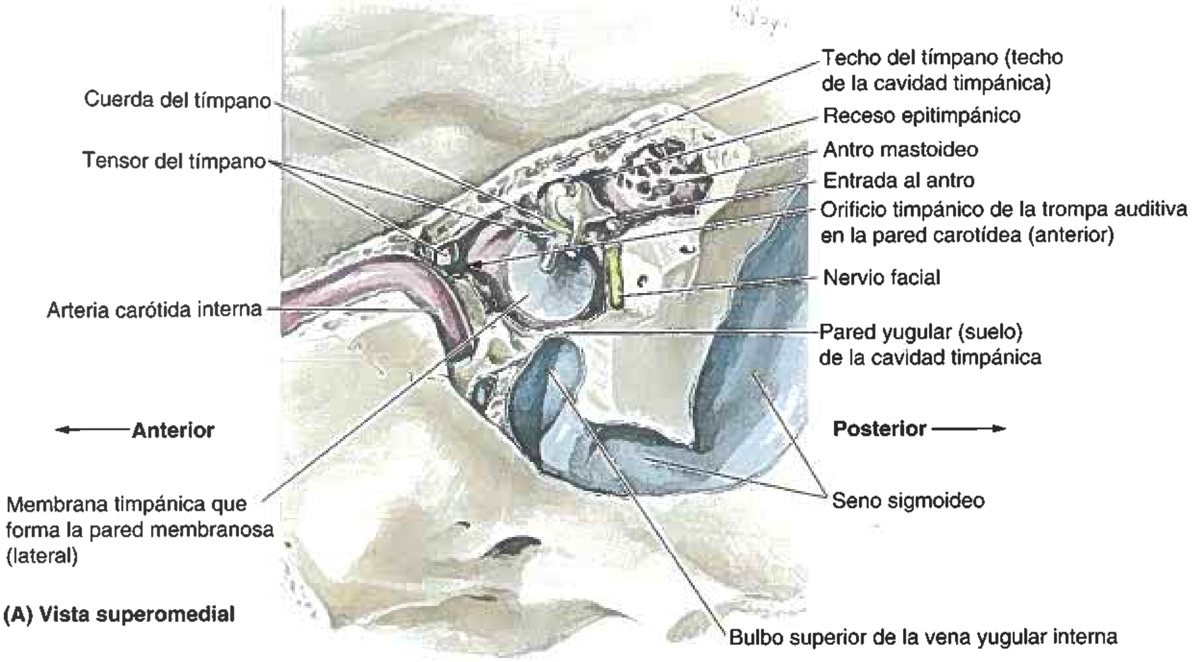
Las *arterias de la trompa auditiva* proceden de la *arteria faríngea ascendente*, rama de la arteria carótida externa, y de la *arteria meníngea media* y la *arteria del conducto pterigoideo*, ramas de la arteria maxilar (fig. 7-115; tabla 7-12).

Las *venas de la trompa auditiva* drenan en el plexo venoso pterigoideo. El **drenaje linfático** de la trompa se realiza en los *nódulos linfáticos cervicales profundos* (fig. 7-111B).

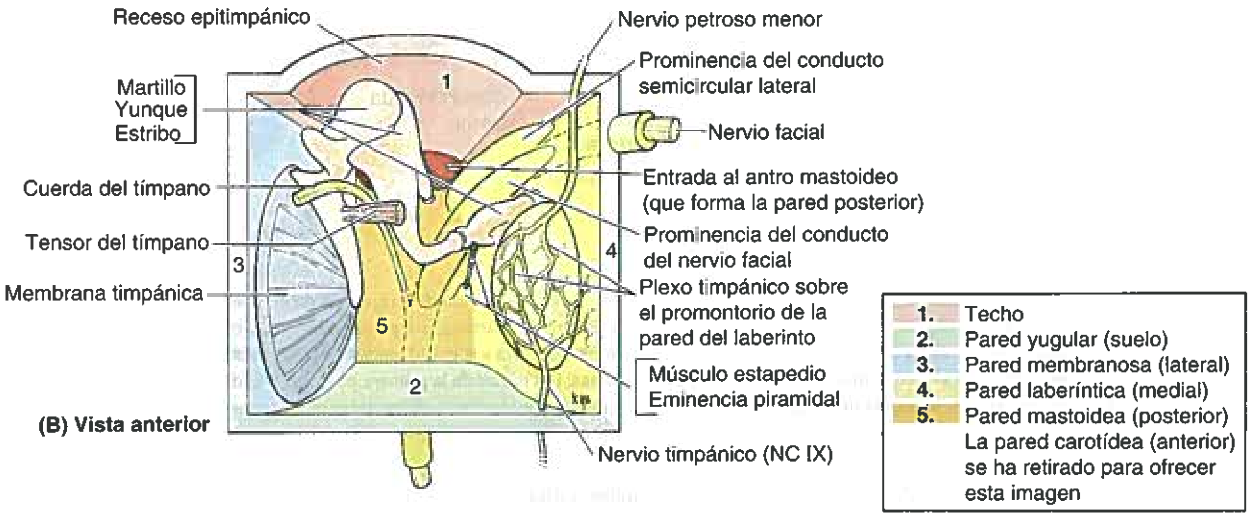
Los **nervios de la trompa auditiva** proceden del *plexo timpánico* (fig. 7-114B), formado por fibras del nervio glosofaríngeo (NC IX). Anteriormente, la trompa también recibe fibras del *ganglio pterigopalatino* (fig. 7-106).

HUESECILLOS DEL OÍDO

Los **huesecillos del oído** forman una *cadena móvil de pequeños huesos* a través de la cavidad timpánica, desde la membrana timpánica hasta la **ventana vestibular (oval),** una abertura ovalada en la pared laberíntica de la cavidad timpánica, que conduce al *vestíbulo del laberinto óseo* (fig. 7-116A). Estos huesecillos son los primeros que se osifican completamente en el curso del desarrollo, y se hallan esencialmente maduros al nacer. El material óseo que los forma es excepcionalmente denso (duro). Los huesecillos están revestidos de la mucosa que tapiza la cavidad timpánica; sin embargo, a diferencia de otros huesos, carecen de la capa circundante de periostio osteogénico.


Cuerda del tímpano
Tensor del tímpano
Arteria carótida interna
Anterior
Membrana timpánica que forma la pared membranosa (lateral)
Techo del tímpano (techo de la cavidad timpánica)
Receso epitimpánico
Antro mastoideo
Entrada al antro
Orificio timpánico de la trompa auditiva en la pared carotídea (anterior)
Nervio facial
Pared yugular (suelo) de la cavidad timpánica
Posterior
Seno sigmoideo
Bulbo superior de la vena yugular interna

(A) Vista superomedial


Receso epitimpánico
Martillo
Yunque
Estribo
Cuerda del tímpano
Tensor del tímpano
Membrana timpánica
1
2
3
4
5
Nervio petroso menor
Prominencia del conducto semicircular lateral
Nervio facial
Entrada al antro mastoideo (que forma la pared posterior)
Prominencia del conducto del nervio facial
Plexo timpánico sobre el promontorio de la pared del laberinto
Músculo estapedio
Eminencia piramidal
Nervio timpánico (NC IX)
1. Techo
2. Pared yugular (suelo)
3. Pared membranosa (lateral)
4. Pared laberíntica (medial)
5. Pared mastoidea (posterior)
La pared carotídea (anterior) se ha retirado para ofrecer esta imagen

(B) Vista anterior

FIGURA 7-114. Paredes de la cavidad timpánica. A. La muestra se ha disecado con un taladro desde la cara medial. El techo del tímpano, que forma el techo de la cavidad timpánica y el antro mastoideo, tiene un grosor importante en esta muestra, aunque en general suele ser extremadamente delgado. La arteria carótida interna es la principal relación de la pared anterior, la vena yugular interna es la principal relación del suelo, y el nervio facial (NC VII) es la característica principal de la pared posterior. La cuerda del tímpano pasa entre el martillo y el yunque. **B.** En esta imagen del oído medio se ha retirado la pared carotídea (anterior) de la cavidad timpánica. La membrana timpánica forma la mayor parte de la pared membranosa (lateral); superiormente se encuentra el receso epitimpánico, en el cual se alojan las porciones de mayor tamaño del martillo y el yunque. Ramos del plexo timpánico inervan la mucosa del oído medio y la trompa auditiva adyacente, pero uno de los ramos, el nervio petroso menor, conduce fibras parasimpáticas presinápticas al ganglio ótico, para la inervación secretomotora de la glándula parótida.

Martillo. El **martillo** está unido a la membrana timpánica. La **cabeza del martillo,** superior y redondeada, se sitúa en el receso epitimpánico (fig. 7-116B). El **cuello del martillo** se apoya contra la porción fláccida de la membrana timpánica, y el **manubrio (mango) del martillo** está incluido en la membrana timpánica, con su punta en el ombligo de ésta; así pues, el martillo se mueve junto con la membrana timpánica. La cabeza del martillo se articula con el yunque; el tendón del tensor del tímpano se inserta en su manubrio, cerca del cuello. La *cuerda del tímpano* cruza la cara medial del cuello del martillo. El martillo funciona como una palanca, con la más larga de sus dos apófisis y el manubrio unidos a la membrana timpánica.

Yunque. El **yunque** está localizado entre el martillo y el estribo, y se articula con ambos. Posee un cuerpo y dos ramas. Su voluminoso **cuerpo** está situado en el receso epitimpánico (fig. 7-116A), donde se articula con la cabeza del martillo

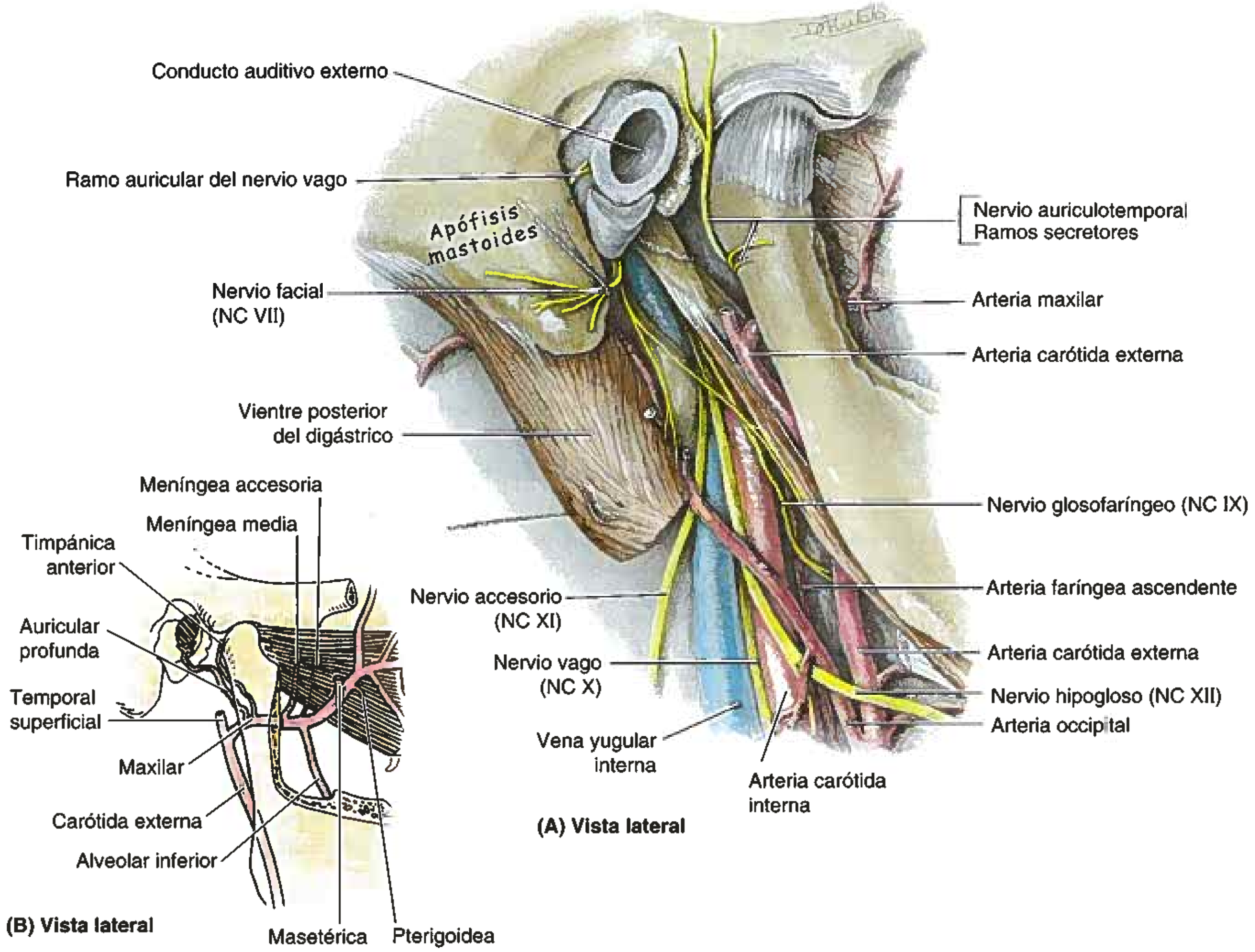

Conducto auditivo externo
Ramo auricular del nervio vago
Apófisis mastoides
Nervio facial (NC VII)
Vientre posterior del digástrico
Nervio auriculotemporal
Ramos secretores
Arteria maxilar
Arteria carótida externa
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Arteria faríngea ascendente
Arteria carótida externa
Nervio hipogloso (NC XII)
Arteria occipital
Nervio accesorio (NC XI)
Nervio vago (NC X)
Vena yugular interna
Arteria carótida interna
(A) Vista lateral
Meníngea accesoria
Meníngea media
Timpánica anterior
Auricular profunda
Temporal superficial
Maxilar
Carótida externa
Alveolar inferior
(B) Vista lateral
Maseterica
Pterigoidea

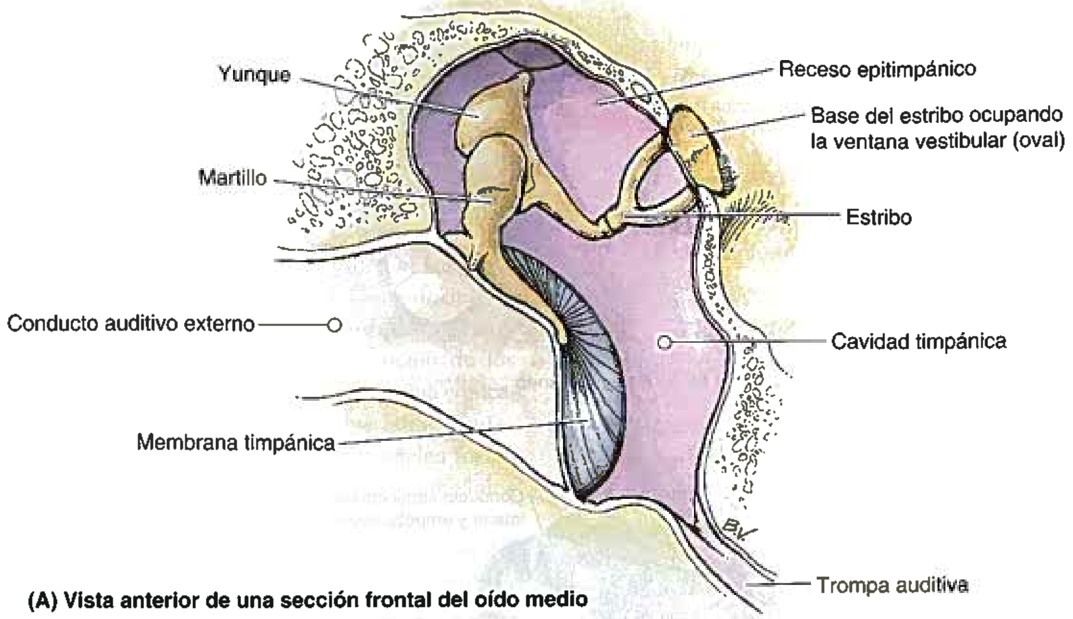
FIGURA 7-115. Estructuras vasculonerviosas del oído externo y el oído medio. A. En esta disección de estructuras profundas con respecto al lecho parotídeo se han retraído el nervio facial (NC VII), el vientre posterior del músculo digástrico y su nervio. La arteria faríngea ascendente, profundamente ubicada, es la única rama medial de la arteria carótida externa. Irriga la faringe, la tonsila palatina, la trompa auditiva y la pared medial de la cavidad timpánica, antes de terminar dividiéndose en ramas meníngeas para la cavidad craneal. **B.** Arteria maxilar y sus ramas. Las ramas de la primera porción (mandibular) irrigan el conducto auditivo externo y la membrana timpánica. La arteria meníngea media proporciona ramas a la trompa auditiva antes de entrar en el cráneo por el agujero espinoso.

(fig. 7-116C). La **rama larga** es paralela al manubrio del martillo, y su extremo inferior se articula con el estribo mediante la **apófisis lenticular,** una proyección dirigida medialmente. La **rama corta** está conectada por un ligamento a la pared posterior de la cavidad timpánica.

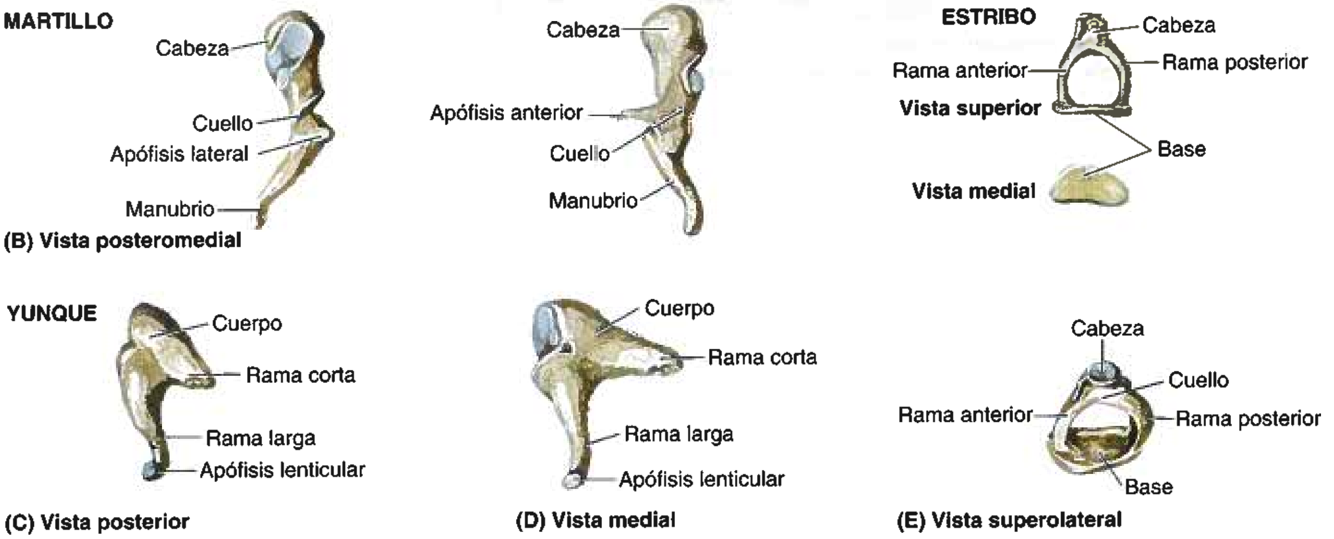
Estribo. El **estribo** es el huesecillo más pequeño. Posee una cabeza, dos ramas y una base (fig. 7-116D). La **cabeza,** dirigida lateralmente, se articula con el yunque (fig. 7-116A). La **base** del estribo encaja en la *ventana vestibular* sobre la pared medial de la cavidad timpánica. La base oval está unida a los bordes de la ventana. La base del estribo es considerablemente más pequeña que la membrana timpánica; a consecuencia de ello, la fuerza vibratoria del estribo se incrementa aproximadamente diez veces con respecto a la que ejerce la membrana timpánica. De este modo, los huesecillos del oído aumentan la fuerza, pero disminuyen la amplitud de las vibraciones transmitidas desde la membrana timpánica hasta el oído interno (v. fig. 7-120).

Músculos asociados con los huesecillos del oído. Dos músculos amortiguan o resisten los movimientos de los huesecillos del oído; uno de ellos también amortigua los movimientos (vibraciones) de la membrana timpánica. El **tensor del tímpano** es un músculo corto que se origina en la cara superior de la porción cartilaginosa de la trompa auditiva, el ala mayor del esfenoides y la porción petrosa del hueso temporal (figs. 7-113A y 7-114). El tensor del tímpano se inserta en el manubrio del martillo y tira de él medialmente, lo que tensa la membrana timpánica y reduce la amplitud de sus oscilaciones. Esta acción tiende a prevenir lesiones del oído interno cuando el sujeto está expuesto a fuertes ruidos. El tensor del tímpano está inervado por el nervio mandibular (NC V_3).

El **estapedio** es un pequeño músculo situado dentro de la **eminencia piramidal,** una prominencia cónica hueca en la pared posterior de la cavidad timpánica (figs. 7-112B y 7-114B). Su tendón penetra en la cavidad timpánica tras surgir de un agujero pun-


Yunque
Martillo
Conducto auditivo externo
Membrana timpánica
Receso epitimpánico
Base del estribo ocupando la ventana vestibular (oval)
Estribo
Cavidad timpánica
Trompa auditiva
BV

(A) Vista anterior de una sección frontal del oído medio


MARTILLO
Cabeza
Cuello
Apófisis lateral
Manubrio
Cabeza
Apófisis anterior
Cuello
Manubrio
ESTRIBO
Cabeza
Rama anterior
Rama posterior
Vista superior
Base
Vista medial
YUNQUE
Cuerpo
Rama corta
Rama larga
Apófisis lenticular
Cuerpo
Rama corta
Rama larga
Apófisis lenticular
Cabeza
Cuello
Rama anterior
Rama posterior
Base

(B) Vista posteromedial

(C) Vista posterior

(D) Vista medial

(E) Vista superolateral

FIGURA 7-116. Huesecillos del oído. A. Huesecillos *in situ*. **B a E.** Detalles de cada uno de los huesecillos.

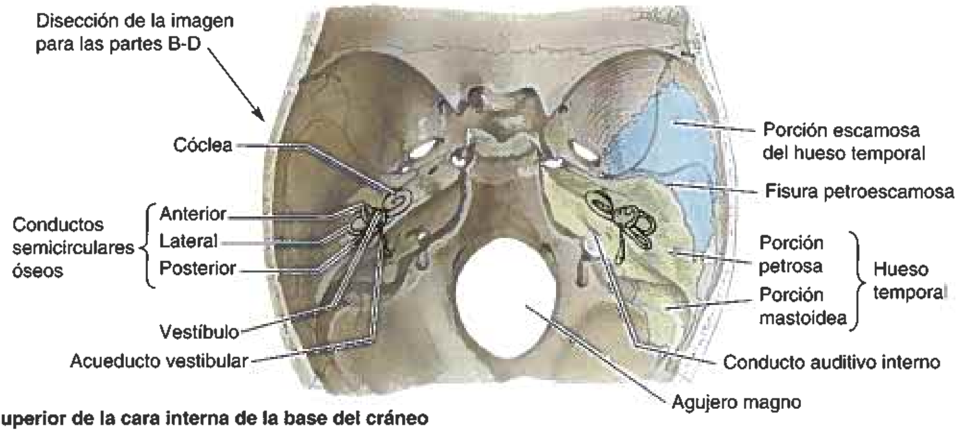
tiforme en el vértice de la eminencia, y se inserta en el cuello del estribo. El estapedio tracciona posteriormente del estribo y hace oscilar su base en la *ventana vestibular*, lo que tensa el ligamento anular y reduce la amplitud de oscilación. También previene el exceso de movimiento del estribo. El nervio del estapedio procede del nervio facial (NC VII).

Oído interno

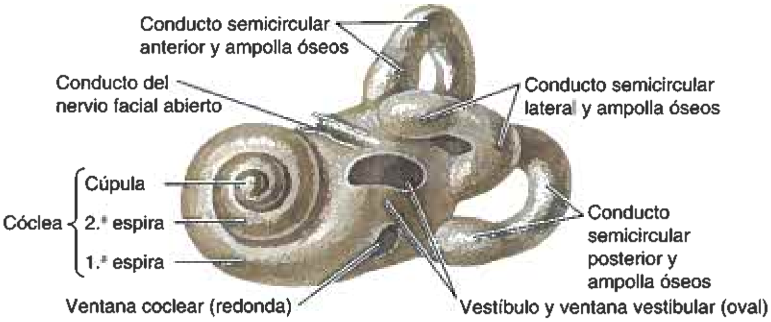
El **oído interno** contiene el **órgano vestibulococlear** implicado en la recepción del sonido y el mantenimiento del equilibrio. Excavado en la porción petrosa del hueso temporal (figs. 7-113 y 7-117A), el oído interno consta de los sacos y conductos del laberinto membranoso. El *laberinto membranoso* contiene *endolinfa* y está suspendido dentro del *laberinto óseo*, lleno de perilinfa, mediante delicados filamentos similares a los de la aracnoides que atraviesan el espacio subaracnoideo, o mediante el ligamento espiral, más sólido, pero sin flotar. Estos líquidos están implicados en la estimulación de los órganos terminales del equilibrio y la audición, respectivamente.

LABERINTO ÓSEO

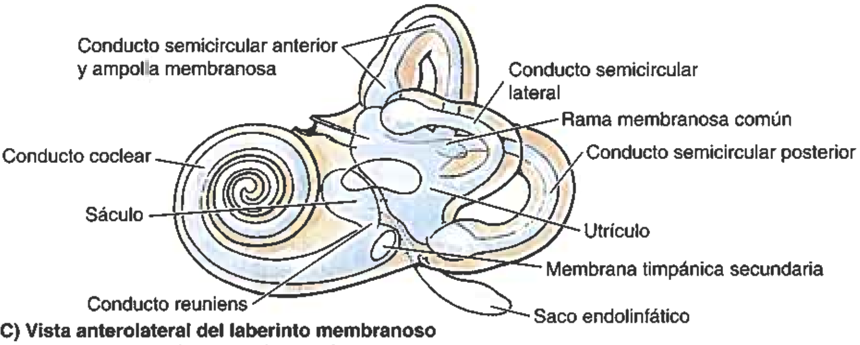
El **laberinto óseo** está formado por una serie de cavidades (cóclea, vestíbulo y conductos semicirculares) situadas dentro de la cápsula ótica de la porción petrosa del hueso temporal (figs. 7-113A y 7-117B). La **cápsula ótica** está formada por hueso más denso que el resto de la porción petrosa del temporal y puede aislarse


Disección de la imagen para las partes B-D
Cóclea
Conductos semicirculares óseos
Anterior
Lateral
Posterior
Vestíbulo
Acueducto vestibular
Porción escamosa del hueso temporal
Fisura petroescamosa
Porción petrosa
Porción mastoidea
Hueso temporal
Conducto auditivo interno
Agujero magno

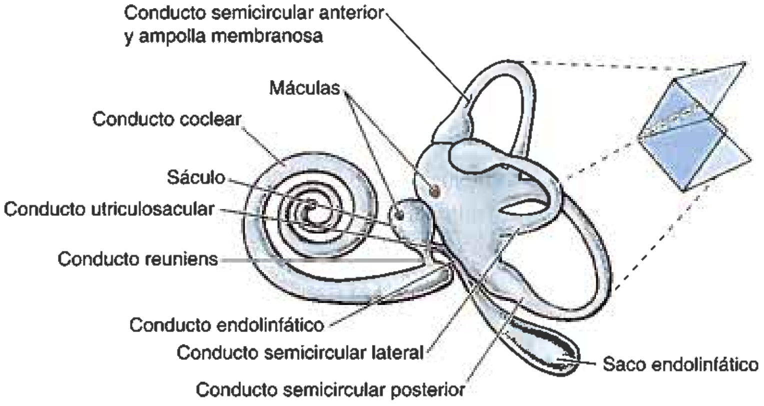
(A) Vista superior de la cara interna de la base del cráneo


Conducto semicircular anterior y ampolla óseos
Conducto del nervio facial abierto
Conducto semicircular lateral y ampolla óseos
Cóclea
Cúpula
2.ª espira
1.ª espira
Conducto semicircular posterior y ampolla óseos
Ventana coclear (redonda)
Vestíbulo y ventana vestibular (oval)

(B) Vista anterolateral de la cápsula ótica izquierda


Conducto semicircular anterior y ampolla membranosa
Conducto semicircular lateral
Rama membranosa común
Conducto coclear
Conducto semicircular posterior
Sáculo
Utrículo
Membrana timpánica secundaria
Conducto reuniens
Saco endolinfático

(C) Vista anterolateral del laberinto membranoso izquierdo (a través de la cápsula ótica transparente)


Conducto semicircular anterior y ampolla membranosa
Máculas
Conducto coclear
Sáculo
Conducto utriculosacular
Conducto reuniens
Conducto endolinfático
Conducto semicircular lateral
Saco endolinfático
Conducto semicircular posterior

(D) Vista anterolateral del laberinto membranoso izquierdo

FIGURA 7-117. Laberintos óseo y membranoso del oído interno. A. Esta imagen del interior de la base del cráneo muestra el hueso temporal y la localización del laberinto óseo. **B.** Las paredes del laberinto óseo se han separado de la porción petrosa del temporal. **C.** Una imagen similar del laberinto óseo ocupado por perilinfa y el laberinto membranoso. **D.** El laberinto membranoso, que se muestra tras la extirpación del laberinto óseo, es un sistema cerrado de conductos y cámaras que está lleno de endolinfa y rodeado por perilinfa. Tiene tres partes: el conducto coclear, que ocupa la cóclea; el utrículo y el sáculo, que ocupan el vestíbulo, y los tres conductos semicirculares, que ocupan los tres conductos semicirculares óseos. El utrículo se comunica con el sáculo a través del conducto utriculosacular. El conducto semicircular lateral se encuentra en el plano horizontal, y es más horizontal de lo que se observa en este dibujo.

de éste mediante una fresa dental. A menudo la cápsula ótica se representa e identifica de forma errónea como si fuese el laberinto óseo. Sin embargo, el laberinto óseo es un espacio *lleno de líquido*, que está rodeado por la cápsula ótica y se representa con mayor exactitud mediante un molde de ésta, tras la eliminación del hueso circundante.

Cóclea. La **cóclea** (caracol) es la porción en forma de concha de caracol del laberinto óseo que contiene el **conducto coclear** (fig. 7-117C), la porción del oído interno implicada en la audición. El **conducto espiral** de la cóclea empieza en el vestíbulo y da dos vueltas y media en torno a un núcleo coneiforme de hueso esponjoso, el *modiolo* (fig. 7-118). El **modiolo** contiene conductos para los vasos sanguíneos y la distribución de los ramos del nervio coclear. El vértice del modiolo de forma cónica, como el eje de la membrana timpánica, se dirige lateral, anterior e inferiormente. La amplia espira basal de la cóclea forma el *promontorio de la pared laberíntica* de la cavidad timpánica (fig. 7-114B). En la espira basal, el laberinto óseo comunica con el espacio subaracnoideo superior al agujero yugular a través del **acueducto coclear** (fig. 7-113B). También presenta la **ventana coclear (redonda),** cerrada por la *membrana timpánica secundaria* (fig. 7-117B y C).

Vestíbulo del laberinto óseo. El **vestíbulo del laberinto óseo** es una pequeña cámara oval (de unos 5 mm de largo) que contiene el **utrículo** y el **sáculo** (fig. 7-117C), y porciones del aparato del equilibrio (laberinto vestibular). En la pared lateral del vestíbulo se encuentra la *ventana vestibular (oval)*, ocupada por la base del estribo. El vestíbulo se continúa anteriormente con la cóclea ósea, y posteriormente con los conductos semicirculares óseos y con la fosa craneal posterior mediante el **acueducto del vestíbulo** (fig. 7-113B). El acueducto se extiende hacia la cara posterior de la porción petrosa del temporal, donde se abre posterolateralmente al *conducto auditivo interno* (fig. 7-117A). El acueducto vestibular deja paso al **conducto endolinfático** (figs. 7-113B y 7-117D) y dos pequeños vasos sanguíneos.

Conductos semicirculares óseos. Los **conductos semicirculares óseos** (anterior, posterior y lateral) comunican con el vestíbulo del laberinto óseo (fig. 7-117B). Los conductos se sitúan posterosuperiores al vestíbulo, en el cual desembocan, y se disponen en ángulos rectos entre ellos. Ocupan los tres planos del espacio. Cada conducto semicircular óseo forma, aproximadamente, dos tercios de un círculo de unos 1,5 mm de diámetro, excepto en uno de sus extremos, donde existe una dilatación, la **ampolla ósea.** Los conductos tienen sólo cinco aberturas en el vestíbulo, ya que los conductos anterior y posterior tienen una rama común. Los *conductos semicirculares* del laberinto membranoso están alojados dentro de los conductos semicirculares óseos (fig. 7-117C y D).

LABERINTO MEMBRANOSO

El **laberinto membranoso** consta de una serie de sacos y conductos comunicantes que están suspendidos en el laberinto óseo (fig. 7-117C). El laberinto membranoso contiene **endolinfa,** un líquido acuoso de composición similar al líquido intracelular, cuya composición difiere de la **perilinfa** circundante (que es semejante al líquido extracelular) que rellena el resto del laberinto óseo. El laberinto membranoso está compuesto por dos divisiones, el *laberinto vestibular* y el *laberinto coclear*, y contiene más porciones que el laberinto óseo:

- **Laberinto vestibular:** utrículo y sáculo, dos pequeños sacos comunicantes en el vestíbulo del laberinto óseo.
- Tres conductos semicirculares membranosos en los conductos semicirculares óseos.
- **Laberinto coclear:** conducto coclear en la cóclea.

El **ligamento espiral,** un engrosamiento espiral del periostio que recubre el conducto coclear, fija el *conducto coclear* al conducto espiral de la cóclea (fig. 7-118). El resto del laberinto membranoso está suspendido por delicados filamentos que atraviesan la perilinfa.

Los **conductos semicirculares membranosos** desembocan en el *utrículo* a través de cinco aberturas, que reflejan la forma en que los conductos semicirculares óseos se abren en el vestíbulo. El utrículo se comunica con el sáculo a través del **conducto utriculosacular,** del cual se origina el *conducto endolinfático* (fig. 7-117D). El sáculo se continúa con el conducto coclear a través del **conducto reuniens,** un conducto de unión. El utrículo y el sáculo tienen áreas especializadas de epitelio sensorial denominadas *máculas*. La **mácula del utrículo** se halla en el suelo del utrículo, paralela a la base del cráneo, mientras que la **mácula del sáculo** se dispone verticalmente en la pared medial del sáculo. Las **células pilosas de las máculas** están inervadas por fibras de la división vestibular del **nervio vestibulococlear.** Las neuronas sensoriales están en los **ganglios vestibulares** (fig. 7-119), que se encuentran en el conducto auditivo interno.

El *conducto endolinfático* atraviesa el *acueducto vestibular* y emerge a través del hueso de la fosa craneal posterior, donde se expande en un saco ciego denominado **saco endolinfático** (figuras 7-113B, 7-117C y 7-119). El saco endolinfático está localizado bajo la duramadre en la cara posterior de la porción petrosa del temporal. El saco es un almacén de depósito del exceso de endolinfa formada por los capilares sanguíneos dentro del laberinto membranoso.

Conductos semicirculares membranosos. Cada conducto semicircular membranoso tiene una **ampolla** en uno de sus extremos que contiene un área sensorial, la **cresta ampular** (fig. 7-119). Las crestas son sensores de registro de los movimientos de la endolinfa en la ampolla, resultantes de la rotación de la cabeza en el plano del conducto. Las células pilosas de las crestas, semejantes a las de las máculas, estimulan las neuronas sensoriales cuyos cuerpos celulares están en los *ganglios vestibulares*.

Conducto coclear. El conducto coclear es un tubo espiral cerrado en un extremo y de sección triangular. El conducto está firmemente suspendido a través de la cóclea entre el *ligamento espiral* en la pared externa del conducto coclear (fig. 7-118) y la **lámina espiral ósea** del modiolo. Extendiéndose de esta manera por el conducto espiral de la cóclea, el conducto coclear, lleno de endolinfa, divide el conducto espiral de la cóclea, lleno de perilinfa, en dos conductos que se comunican en la cúpula de la cóclea en el **helicotrema,** una comunicación semilunar en la cúpula de la cóclea.

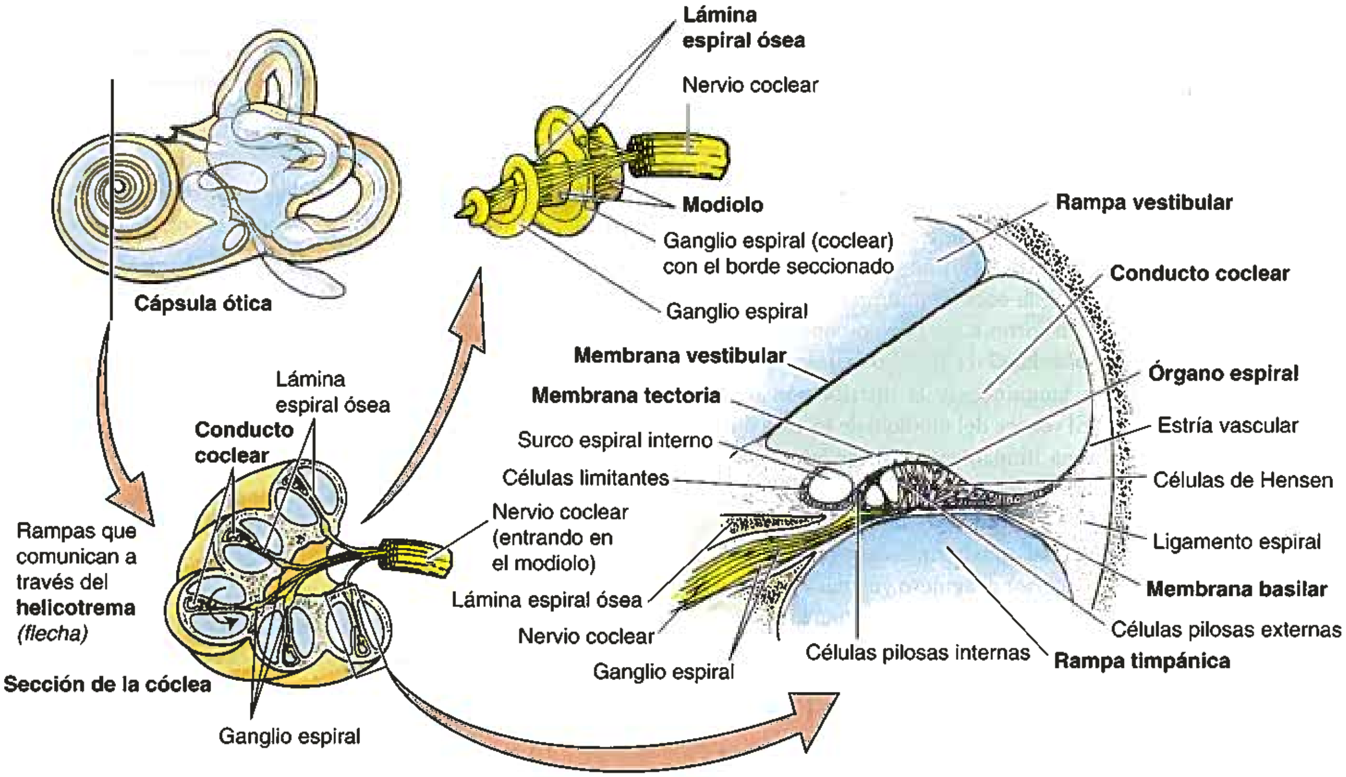


Lámina espiral ósea
Nervio coclear
Modiolo
Ganglio espiral (coclear) con el borde seccionado
Ganglio espiral
Cápsula ótica
Rampa vestibular
Conducto coclear
Membrana vestibular
Membrana tectoria
Órgano espiral
Surco espiral interno
Estría vascular
Células limitantes
Células de Hensen
Lámina espiral ósea
Conducto coclear
Nervio coclear (entrando en el modiolo)
Ligamento espiral
Rampas que comunican a través del **helicotrema** *(flecha)*
Lámina espiral ósea
Membrana basilar
Nervio coclear
Células pilosas externas
Células pilosas internas
Rampa timpánica
Ganglio espiral
Sección de la cóclea
Ganglio espiral

FIGURA 7-118. Estructura de la cóclea. La cóclea se ha seccionado a lo largo del eje sobre el que se enrolla (v. figura orientativa). Tras retirar las espiras de la cóclea se muestra aislada una porción de ésta a modo de cono, el modiolo, dejando sólo la lámina espiral enrollada sobre él, como el filo de un sacacorchos. También se muestran los detalles del área.

Las ondas de presión hidráulica creadas en la perilinfa del vestíbulo por las vibraciones de la base del estribo ascienden hacia la cúpula de la cóclea por un conducto, la **rampa vestibular** (fig. 7-120). Las ondas de presión pasan entonces a través del helicotrema y vuelven a descender hacia la espira basal de la cóclea por el otro conducto, la **rampa timpánica.** Ahí, las ondas de presión se convierten en vibraciones, esta vez de la *membrana timpánica secundaria,* que ocupa la ventana coclear (redonda). Aquí, la energía recibida inicialmente por la membrana timpánica (primaria) se disipa finalmente en el aire de la cavidad timpánica.

El techo del conducto coclear está formado por la **membrana vestibular.** El suelo del conducto está formado por parte del conducto, la **membrana basilar,** más el borde externo de la lámina espiral ósea. El receptor de los estímulos auditivos es el **órgano espiral** (de Corti), situado en la membrana basilar (fig. 7-118). Está recubierto por la **membrana tectoria** gelatinosa.

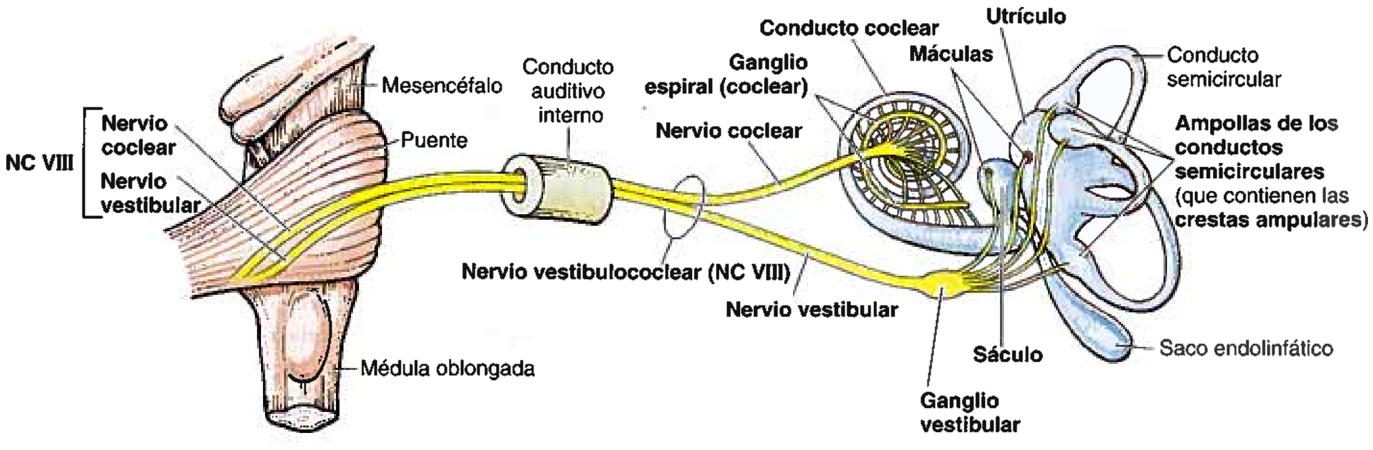

NC VIII
Nervio coclear
Nervio vestibular
Mesencéfalo
Puente
Médula oblongada
Conducto auditivo interno
Conducto coclear
Ganglio espiral (coclear)
Nervio coclear
Utrículo
Máculas
Conducto semicircular
Ampollas de los conductos semicirculares (que contienen las crestas ampulares)
Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Nervio vestibular
Sáculo
Saco endolinfático
Ganglio vestibular

FIGURA 7-119. Nervio vestibulococlear. El NC VIII tiene dos partes: el nervio coclear (nervio de la audición) y el nervio vestibular (nervio del equilibrio). Los cuerpos celulares de las fibras sensitivas que constituyen (sólo) las dos partes de este nervio forman los ganglios espiral y vestibular.

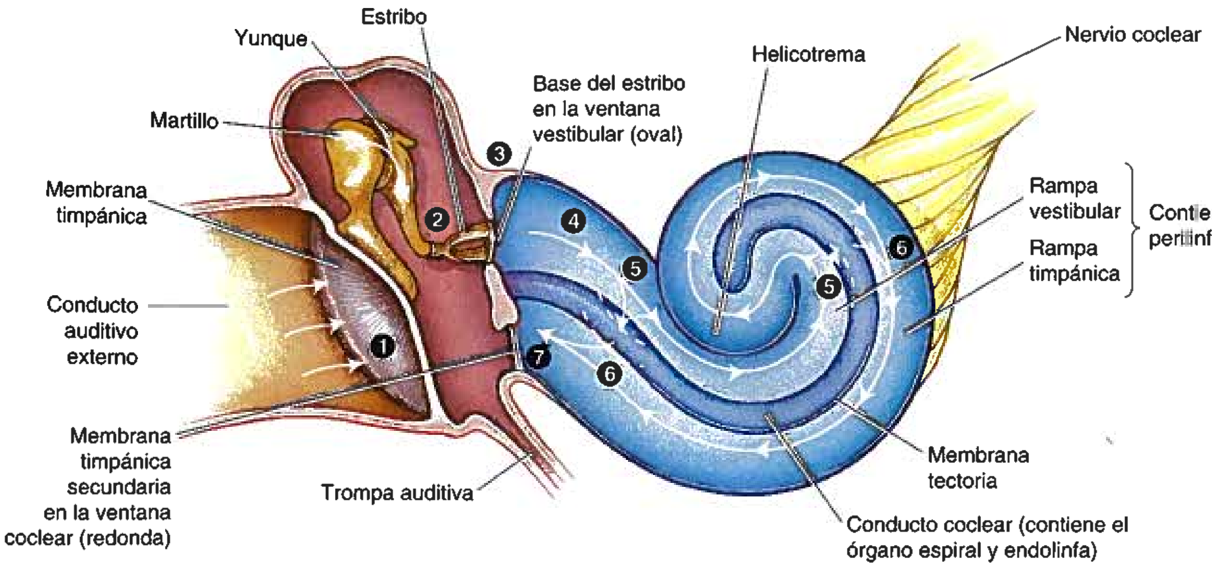

Estribo
Yunque
Martillo
Membrana timpánica
Conducto auditivo externo
Membrana timpánica secundaria en la ventana coclear (redonda)
Trompa auditiva
Base del estribo en la ventana vestibular (oval)
Helicotrema
Nervio coclear
Rampa vestibular
Rampa timpánica
Contienen perilinfa
Membrana tectoria
Conducto coclear (contiene el órgano espiral y endolinfa)
1
2
3
4
5
5
6
6
7

FIGURA 7-120. Transmisión del sonido a través del oído. La cóclea se muestra de forma esquemática, como si consistiera en una sola espiral, para mostrar la transmisión de los estímulos sonoros a través del oído. 1. Las ondas sonoras que entran en el oído externo golpean la membrana timpánica, haciéndola vibrar. 2. Las vibraciones iniciadas en la membrana timpánica se transmiten a través de los huesecillos del oído medio y sus articulaciones. 3. La base del estribo vibra con mayor fuerza y menor amplitud en la ventana vestibular (oval). 4. Las vibraciones de la base del estribo crean ondas de presión en la perilinfa de la rampa vestibular. 5. Estas ondas de presión en la rampa vestibular provocan el desplazamiento de la membrana basilar del conducto coclear. Las ondas cortas (agudas) provocan el desplazamiento cerca de la ventana vestibular; las ondas más prolongadas (graves) provocan desplazamiento más distante, más cerca del helicotrema en el vértice de la cóclea. El movimiento de la membrana basilar comba las células pilosas del órgano espiral. Se libera un neurotransmisor, que estimula potenciales de acción conducidos por el nervio coclear al encéfalo. 6. Las vibraciones se transfieren a través del conducto coclear hasta la perilinfa de la rampa timpánica. 7. Las ondas de presión en la perilinfa son disipadas (amortiguadas) por la membrana timpánica secundaria de la ventana coclear (redonda) en el aire de la cavidad timpánica.

El órgano espiral contiene células pilosas, cuyos extremos están incluidos en la membrana tectoria. El órgano espiral se estimula como respuesta a la deformación del conducto coclear inducida por ondas de presión hidráulica en la perilinfa, que asciende y desciende por las rampas vestibular y timpánica que la rodean.

CONDUCTO AUDITIVO INTERNO

El **conducto auditivo interno** es un estrecho conducto que discurre lateral aproximadamente a 1 cm dentro de la porción petrosa del temporal (fig. 7-117A). El **orificio auditivo interno** del conducto está en la porción posteromedial de este hueso, alineado con el conducto auditivo externo. El conducto auditivo interno está cerrado lateralmente por una delgada lámina ósea perforada que lo separa del oído interno. A través de esta lámina pasan el nervio facial (NC VII), el nervio vestibulococlear (NC VIII) y sus divisiones, y vasos sanguíneos. El nervio vestibulococlear se divide cerca del extremo lateral del conducto auditivo interno en dos porciones: un nervio coclear y un nervio vestibular (fig. 7-119).

OÍDO

Traumatismos de la oreja

Las hemorragias dentro de la oreja por traumatismos pueden producir un *hematoma auricular*, con acumulación localizada de sangre entre el pericondrio y el cartílago de la oreja, que deforma el contorno de ésta. Cuando el hematoma aumenta de tamaño compromete la irrigación sanguínea del cartílago. Si no se trata (p. ej., mediante aspiración de la sangre) ocurre una fibrosis (formación de tejido fibroso) en la piel suprayacente, con deformación de la oreja (p. ej., oreja en coliflor o del boxeador en algunos profesionales del boxeo).

Exploración otoscópica

La exploración del conducto auditivo externo y de la membrana timpánica requiere el enderezamiento inicial del conducto. En los adultos se agarra el hélix y se tira de él posterosuperiormente (hacia arriba, afuera y atrás). Estos movimientos reducen la curvatura del conducto auditivo externo y facilitan la inserción del *otoscopio* (fig. C7-42A). En los lactantes, el conducto auditivo externo es relativamente corto; por tanto, debe tenerse mucho cuidado para prevenir las lesiones de la membrana timpánica. Para enderezar el conducto auditivo externo en el lactante, se tira de la oreja inferoposteriormente (hacia abajo y atrás). La exploración, además, es

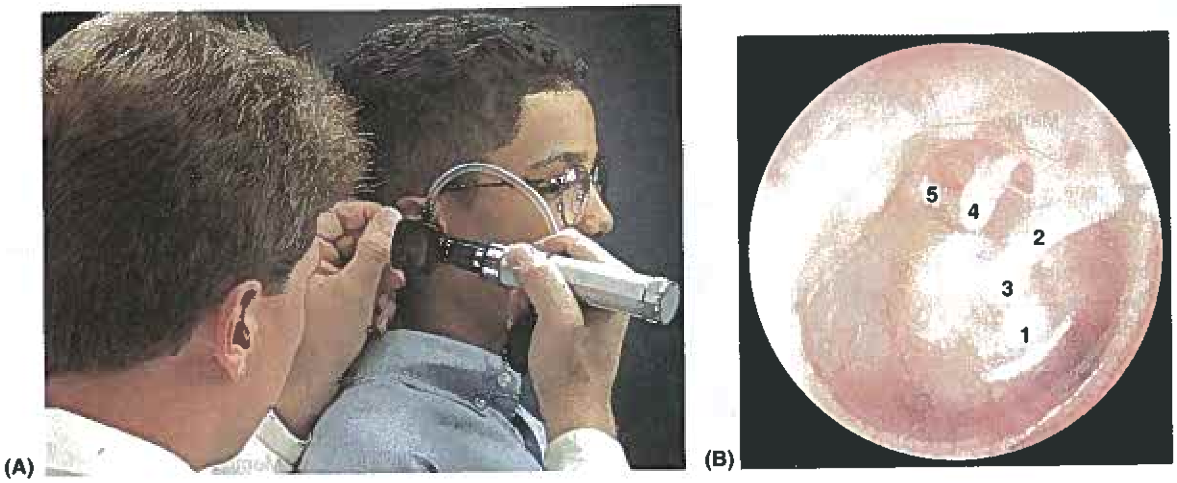


FIGURA C7-42. A. Exploración otoscópica. B. Membrana timpánica normal. 1, cono luminoso; 2, manubrio del martillo; 3, ombligo; 4, rama larga del yunque; 5, rama posterior del estribo.

informativa sobre la existencia de dolor a la presión, que puede indicar una inflamación de la oreja y/o del conducto auditivo externo.

La membrana timpánica normalmente es translúcida y de color gris perlado (fig. C7-42B). El manubrio del martillo suele ser visible cerca del centro de la membrana (el ombligo). Desde el extremo inferior del manubrio se refleja un *cono luminoso* brillante procedente de la luz del otoscopio. Este *reflejo luminoso* se irradia anteroinferiormente en un oído sano.

Otitis externa aguda

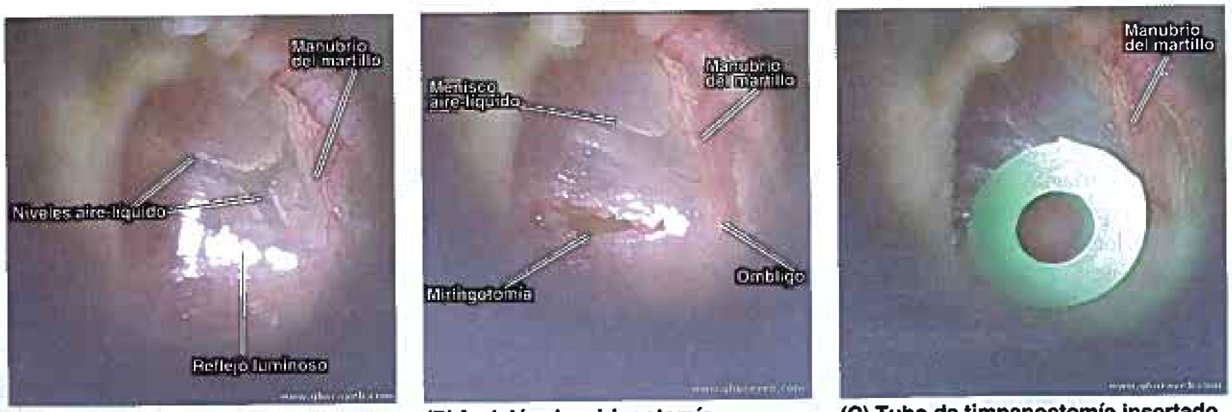
La *otitis externa* es una inflamación del conducto auditivo externo. Esta infección aparece a menudo en nadadores que no se secan los oídos después de nadar y/o utilizan gotas óticas, aunque también puede ocurrir por una infección bacteriana de la piel que tapiza el conducto auditivo externo. El paciente se queja de prurito y dolor en la oreja. Si se estira de la oreja o se ejerce presión sobre el trago, aumenta el dolor.

Otitis media

El dolor de oídos (otalgia) y una membrana timpánica enrojecida y abombada pueden indicar la presencia de pus o líquido en el oído medio, un signo de *otitis media* (fig. C7-43A). A menudo, la infección del oído medio es secundaria a infecciones respiratorias de vías altas. La inflamación y la tumefacción de la mucosa que tapiza la cavidad timpánica pueden provocar el bloqueo parcial o completo de la trompa auditiva. La membrana timpánica se enrojece y se abomba, y el paciente puede quejarse de «taponamiento del oído». A través de la membrana timpánica puede verse un líquido sanguinolento de color ambarino. Si no se trata, la otitis media puede producir un trastorno de la audición como resultado de la cicatrización de los huesecillos del oído, la cual limita la capacidad de estos huesos para moverse en respuesta al sonido.

Perforación de la membrana timpánica

La perforación de la membrana timpánica («rotura de tímpano») puede deberse a una otitis media y es una de las diversas causas de sordera del oído medio. La perfo-



(A) Otitis media **(B) Incisión de miringotomía** **(C) Tubo de timpanostomía insertado**

FIGURA C7-43.

ración también puede estar provocada por la presencia de cuerpos extraños en el conducto auditivo externo, un traumatismo o el exceso de presión (p. ej., durante el buceo). Las pequeñas roturas de la membrana timpánica a menudo se curan espontáneamente. Las roturas grandes habitualmente requieren la reparación quirúrgica. Dado que la mitad superior de la membrana timpánica es mucho más vascular que la mitad inferior, las incisiones (*miringotomía*) (p. ej., para drenar pus de un absceso del oído medio) se realizan posteroinferiormente a través de la membrana (fig. C7-43B). Esta incisión también evita la lesión de la cuerda del tímpano y de los huesecillos del oído. En los pacientes con infecciones crónicas del oído medio, la miringotomía puede ir seguida de la inserción de *tubos de timpanostomía* en la incisión, para permitir el drenaje e igualar las presiones (fig. C7-43C).

Mastoiditis

Las infecciones del antro y las celdillas mastoideas (*mastoiditis*) son el resultado de infecciones del oído medio que producen una inflamación de la apófisis mastoides (fig. C7-44). En los niños pequeños, las infecciones pueden propagarse superiormente hacia el interior de la fosa craneal media a través de la fisura petroescamosa y causar *osteomielitis* (infección ósea) del techo del tímpano. Desde la aparición de los antibióticos, la mastoiditis es poco frecuente. Durante las operaciones de mastoiditis, los cirujanos buscan el curso del nervio facial para no lesionarlo. El abordaje de la cavidad timpánica se hace a través del antro mastoideo. En el niño, para exponer la cavidad timpánica sólo debe extirparse una fina lámina de hueso de la pared lateral del antro mastoideo. En el adulto, el hueso debe penetrarse unos 15 mm o más. Actualmente, la mayoría de las mastoidectomías son intraauditivas (es decir, se realizan a través de la pared posterior del conducto auditivo externo).

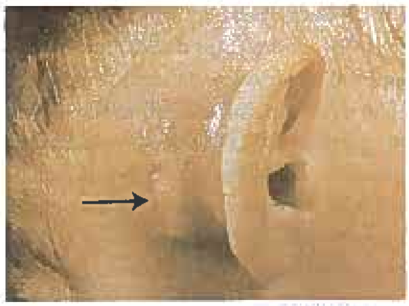


FIGURA C7-44. **Mastoiditis (rotura de un absceso retroauricular).**

Bloqueo de la trompa auditiva

La trompa auditiva constituye una vía de paso para las infecciones desde la nasofaringe hasta la cavidad timpánica. Este tubo se bloquea fácilmente debido a la inflamación de su mucosa, incluso como consecuencia de ligeras infecciones (p. ej., un resfriado), ya que las paredes de su porción cartilaginosa se sitúan normalmente en aposición. Cuando la trompa auditiva está ocluida, el aire residual de la cavidad timpánica es absorbido habitualmente por los vasos sanguíneos de la mucosa, lo que provoca una menor presión en la cavidad timpánica, la retracción de la membrana timpánica e interferencia en sus movimientos. Por último, la audición queda afectada.

Parálisis del estapedio

Los músculos del tímpano tienen una acción protectora en la medida que amortiguan las grandes vibraciones de la membrana timpánica resultantes de fuertes ruidos. La parálisis del estapedio (p. ej., por una lesión del nervio facial) se asocia con una excesiva agudeza auditiva, denominada *hiperacusia*. Esta afección es el resultado de los movimientos no inhibidos del estribo.

Cinetosis

Las máculas del laberinto membranoso son principalmente órganos estáticos, que tienen pequeñas partículas densas (*otolitos*) incluidas entre las células pilosas. Bajo la influencia de la gravedad, los otolitos causan la inclinación de las células pilosas, que estimula el nervio vestibular y proporciona el conocimiento de la posición de la cabeza en el espacio; los cilios también responden a movimientos de inclinación rápidos y a la aceleración y desaceleración lineales. La *cinetosis* es, principalmente, el resultado de la discordancia entre estímulos vestibulares y visuales.

Vértigo y sordera

Los traumatismos del sistema auditivo periférico causan tres síntomas principales: *sordera* (habitualmente de conducción), *vértigo* cuando la lesión interesa los conductos semicirculares, y *acúfenos* (zumbidos o pitidos) cuando la lesión se localiza en el conducto coclear. Los acúfenos y la sordera pueden ocurrir por lesiones en cualquier punto de las vías auditivas periféricas o centrales. Los dos tipos de sordera son:

- *Sordera de conducción:* se produce por cualquier proceso que afecte al oído externo o medio e interfiera en la conducción del sonido o los movimientos en las ventanas vestibular o coclear. Las personas con este tipo de sordera a menudo hablan bajo, ya que su voz les resulta más alta que los sonidos circundantes. Esta sordera puede mejorar quirúrgicamente o con prótesis auditivas.
- *Sordera neurosensorial:* ocurre por defectos en las vías desde la cóclea al encéfalo: defectos de la cóclea, el nervio coclear, el tronco del encéfalo o las conexiones corticales. Los *implantes cocleares* se utilizan para restaurar la percepción del sonido cuando están lesionadas las células pilosas del órgano espiral (fig. C7-45). Los sonidos que recoge un pequeño micrófono externo se transmiten a un receptor implantado que envía impulsos eléctricos a la cóclea, lo que estimula el nervio coclear. La audición permanece relativamente rudimentaria, pero pueden percibirse el ritmo y la intensidad de los sonidos.

Síndrome de Ménière

El *síndrome de Ménière* está relacionado con el *bloqueo del acueducto coclear* (fig. 7-113B) y se caracteriza por ataques recurrentes de acúfenos, sordera y vértigo. Estos síntomas van acompañados de sensaciones de presión en el oído,

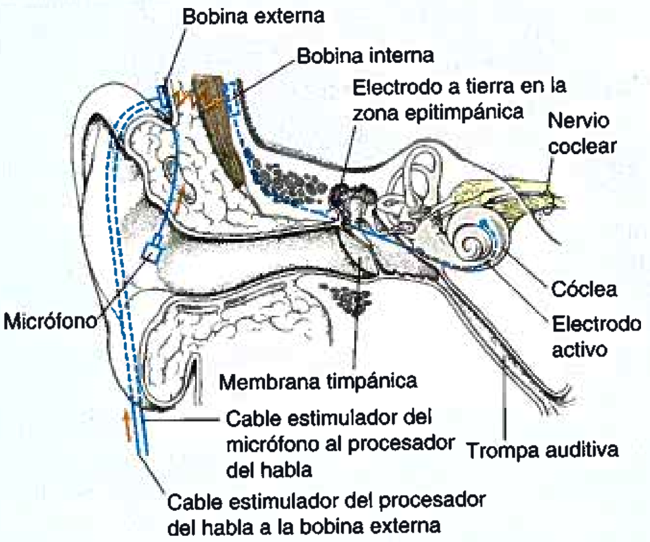

Bobina externa
Bobina interna
Electrodo a tierra en la zona epitimpánica
Nervio coclear
Cóclea
Micrófono
Electrodo activo
Membrana timpánica
Cable estimulador del micrófono al procesador del habla
Trompa auditiva
Cable estimulador del procesador del habla a la bobina externa

FIGURA C7-45. Implante coclear.

distorsión de los sonidos y sensibilidad a los ruidos (Storper, 2005). Un signo característico es el abombamiento del conducto coclear, el utrículo y el sáculo, por aumento del volumen de endolinfa.

Sordera para los sonidos altos

La exposición persistente a sonidos excesivamente fuertes causa cambios degenerativos en el órgano espiral, que provocan sordera para los sonidos altos. Este tipo de pérdida de audición se da frecuentemente en trabajadores que están expuestos a ruidos fuertes y que no llevan auriculares protectores (p. ej., personas que trabajan durante largos períodos de tiempo alrededor de motores de reacción).

Barotrauma ótico

La lesión del oído por un desequilibrio entre la presión del aire ambiental y el aire del oído medio se denomina *barotrauma ótico*. Este tipo de lesión se da en pilotos de aviación y submarinistas.

Puntos fundamentales

El oído se divide en oído externo, medio e interno. ♦ Los tres intervienen en el sentido de la audición, pero el oído interno posee además una función vestibular. ♦ El oído externo es un conducto en forma de embudo que vehicula las ondas sonoras para alcanzar el oído medio. ♦ La oreja sobresaliente y la porción lateral del conducto auditivo externo poseen un esqueleto de cartílago elástico que les aporta flexibilidad. ♦ La inervación sensorial primaria del oído externo proviene de los NC V y X. ♦ La membrana timpánica responde a las ondas sonoras transportadas por vía aérea y las convierte en vibraciones, que se transmiten por el elemento sólido de los huesecillos del oído medio. ♦ Dado que toda la pared lateral del oído medio está formada por una membrana delgada, la cavidad timpánica es un espacio sensible a la presión, ventilado por la trompa auditiva. ♦ La mucosa que reviste la cavidad timpánica y la trompa auditiva está inervada por el NC IX. ♦ En la ventana vestibular, entre los oídos medio e interno, las vibraciones de los huesecillos sólidos se convierten en ondas sonoras transmitidas por el líquido. ♦ El oído interno consta de un laberinto membranoso, delicado y complejo, lleno de líquido intracelular (endolinfa) y suspendido en una cavidad ósea que está ocupada por líquido extracelular (perilinfa). ♦ Aunque el laberinto óseo es mucho mayor y algo menos complejo, su arquitectura refleja la del laberinto membranoso. ♦ La porción posterior del laberinto óseo adopta la disposición de tres conductos semicirculares; la ampolla de cada conducto membranoso contiene una cresta ampular sensible a los movimientos de la cabeza. ♦ El vestíbulo óseo central contiene un utrículo y un sáculo membranosos, provisto cada uno de una mácula para controlar la posición de la cabeza con respecto a la línea de tracción gravitatoria. ♦ Las crestas y máculas neuroepiteliales están inervadas por la porción vestibular del NC VIII. ♦ La porción anterior del oído interno contiene un conducto coclear membranoso que está suspendido entre las dos rampas de la vía continua para las ondas sonoras, conducidas por la perilinfa; el conducto y los conductos perilinfáticos giran en espiral en torno a las dos vueltas y media de la cóclea ósea. ♦ La deformación del órgano espiral dentro del conducto coclear, producida por las ondas sonoras, estimula los impulsos conducidos por la porción coclear del NC VIII para el sentido de la audición.

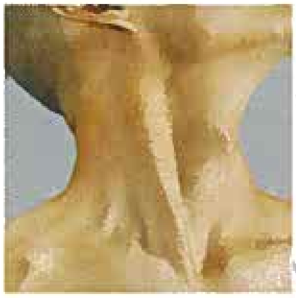
Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen USMLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO

8

Cuello

VISIÓN GENERAL / 982
HUESOS DEL CUELLO / 982
Vértebras cervicales / 982
Hueso hioides / 984
■ **CUADRO AZUL: Huesos del cuello.** Dolor cervical. Lesiones de la columna vertebral cervical. Fractura del hueso hioides / 985
FASCIA DEL CUELLO / 985
Tejido subcutáneo del cuello y platisma / 985
Fascia cervical profunda / 987
■ **CUADRO AZUL: Fascia cervical.** Parálisis del platisma. Propagación de infecciones cervicales / 988
ESTRUCTURAS SUPERFICIALES DEL CUELLO: REGIONES CERVICALES / 989
Región esternocleidomastoidea / 989
TABLA 8-1. Regiones/triángulos cervicales y contenido / 990
TABLA 8-2. Músculos cutáneos y superficiales del cuello / 991
Región cervical posterior / 992
Región cervical lateral / 992
Región cervical anterior / 999
■ TABLA 8-3. Músculos de la región cervical anterior (músculos extrínsecos de la laringe) / 1002
Anatomía de superficie de las regiones cervicales y los triángulos del cuello / 1005
■ **CUADRO AZUL: Estructuras superficiales del cuello: regiones cervicales.** Tortícolis congénito. Tortícolis espasmódico. Punción de la vena subclavia. Cateterización cardíaca derecha. Prominencia de la vena yugular externa. Sección de la vena yugular externa. Lesiones del nervio accesorio (NC XI). Sección del nervio frénico, bloqueo del nervio frénico y aplastamiento del nervio frénico. Bloqueos nerviosos en la región cervical lateral. Lesión del nervio supraescapular. Ligadura de la arteria carótida externa. Disección quirúrgica del triángulo carotídeo. Oclusión carotídea y endarterectomía. Pulso carotídeo. Hipersensibilidad del seno carotídeo. Papel de los glomus (cuerpos) carotídeos. Pulso yugular interno. Punción de la vena yugular interna / 1007
ESTRUCTURAS PROFUNDAS DEL CUELLO / 1012
Músculos prevertebrales / 1012
Raíz del cuello / 1012
■ TABLA 8-4. Músculos prevertebrales / 1012
■ **CUADRO AZUL: Estructuras profundas del cuello.** Bloqueo del ganglio cervicotorácico. Lesión del tronco simpático en el cuello / 1017
VÍSCERAS DEL CUELLO / 1018
Capa endocrina de las vísceras cervicales / 1018
Capa respiratoria de las vísceras cervicales / 1021
■ TABLA 8-5. Músculos de la laringe / 1028
Capa alimentaria de las vísceras cervicales / 1032
■ TABLA 8-6. Músculos de la faringe / 1037
Anatomía de superficie de las capas endocrina y respiratoria de las vísceras cervicales / 1038
■ **CUADRO AZUL: Vísceras del cuello.** Arteria tiroidea ima. Quistes del conducto tirogloso. Glándula tiroides aberrante. Tejido glandular tiroideo accesorio. Lóbulo piramidal de la glándula tiroides. Aumento de tamaño de la glándula tiroides. Tiroidectomía. Lesión de los nervios laríngeos recurrentes. Extirpación involuntaria de las glándulas paratiroides. Fracturas del esqueleto laríngeo. Laringoscopia. Maniobra de Valsalva. Aspiración de cuerpos extraños y maniobra de Heimlich. Traqueostomía. Lesiones de los nervios laríngeos. Bloqueo del nervio laríngeo superior. Cáncer de laringe. Cambios de la laringe con la edad. Cuerpos extraños en la laringofaringe. Trayecto fistuloso desde el receso piriforme. Amigdalectomía. Adenoiditis. Fístula branquial. Senos y quistes branquiales. Lesiones del esófago. Fístula traqueoesofágica. Cáncer de esófago. Zonas de traumatismos penetrantes del cuello / 1040
LINFÁTICOS DEL CUELLO / 1051
■ **CUADRO AZUL: Linfáticos del cuello.** Disecciones radicales de cuello / 1052



VISIÓN GENERAL

El **cuello** es la zona de transición entre la base del cráneo superiormente y las clavículas inferiormente. El cuello une la cabeza al tronco y los miembros, actuando como zona de paso principal para las estructuras que pasan entre ellos. Además, en él se localizan algunos órganos importantes con funciones únicas, como por ejemplo la laringe y las glándulas tiroides y paratiroides.

El cuello es relativamente delgado, de forma que permite la flexibilidad necesaria para posicionar la cabeza y maximizar la eficiencia de sus órganos sensoriales (principalmente los globos oculares, pero también los oídos, la boca y la nariz). Por tanto, en el cuello se juntan muchas estructuras importantes, tales como músculos, glándulas, arterias, venas, nervios, linfáticos, la tráquea, el esófago y vértebras. En consecuencia, el cuello es un área de vulnerabilidad bien conocida. Además, varias estructuras vitales, como la tráquea, el esófago y la glándula tiroides, carecen de la protección ósea de que disfrutan otras partes de los sistemas a los que estas estructuras pertenecen.

En el cuello, anterolateralmente, se encuentran el principal flujo sanguíneo arterial hacia la cabeza y el cuello (las *arterias carótidas*) y el principal drenaje venoso (las *venas yugulares*) (fig. 8-1). Las principales estructuras que habitualmente se lesionan en los traumatismos penetrantes del cuello son los vasos sanguíneos carotídeos/yugulares. Los *plexos nerviosos braquiales* se originan en el cuello y discurren inferolateralmente para acceder a las axilas e introducirse e inervar los miembros superiores.

El *cartílago tiroides*, el mayor de los cartílagos de la laringe, y la tráquea se encuentran en el centro de la cara anterior del cuello. La linfa procedente de las estructuras de la cabeza y el cuello drena en los nódulos linfáticos cervicales.

HUESOS DEL CUELLO

El esqueleto del cuello está constituido por las vértebras cervicales, el hueso hioides, el manubrio del esternón y las clavículas (figs. 8-2 y 8-3). Estos huesos forman parte del esqueleto axial, a excepción de las clavículas, que son parte del esqueleto apendicular.

Vértebras cervicales

La región cervical de la columna vertebral está formada por siete **vértebras cervicales,** que engloban la médula espinal y las meninges. Los cuerpos vertebrales, apilados y localizados centralmente, sostienen la cabeza, y las articulaciones intervertebrales —especialmente las articulaciones craneovertebrales en su extremo superior— proporcionan la flexibilidad necesaria para poder posicionar la cabeza.

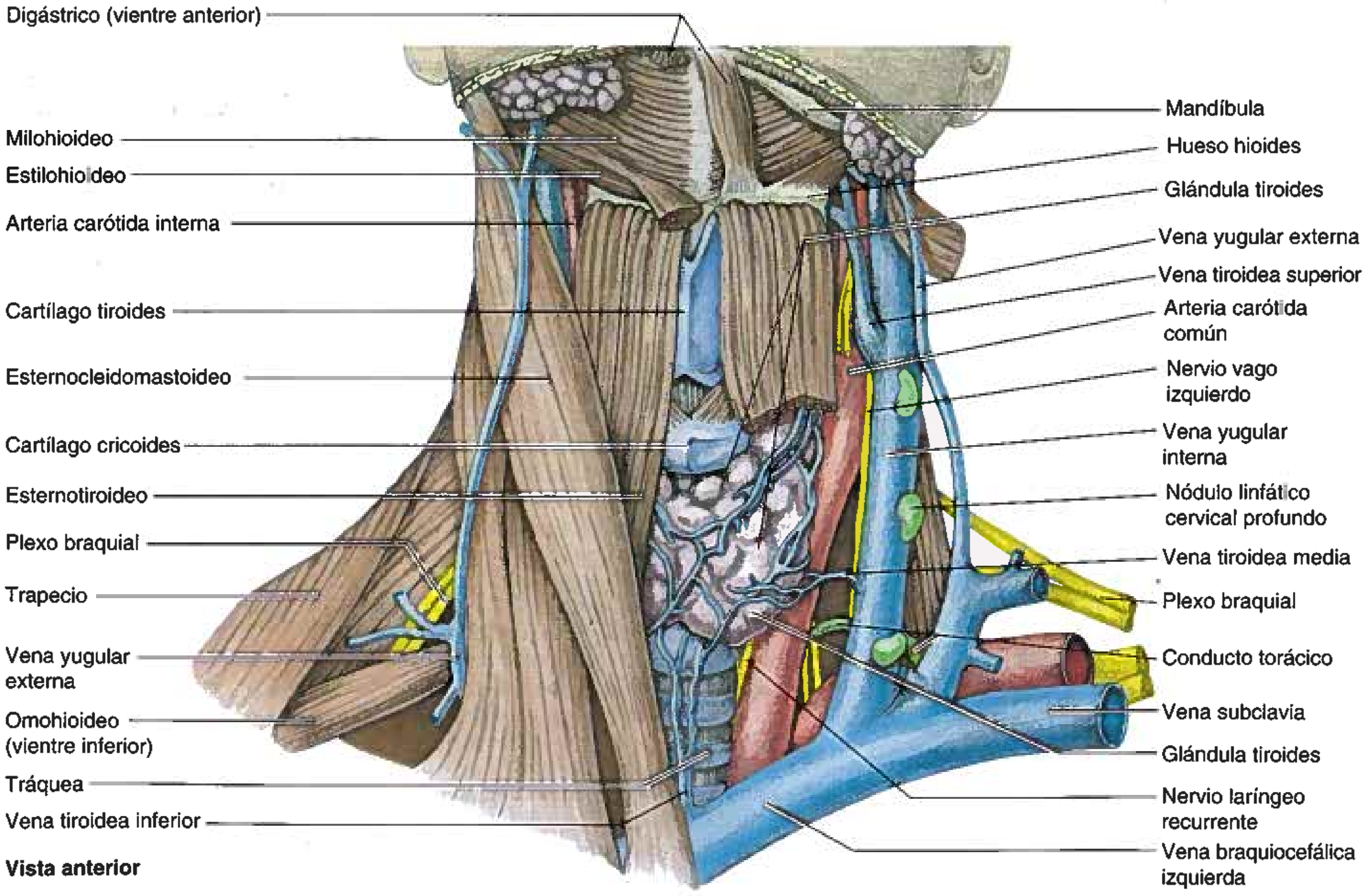
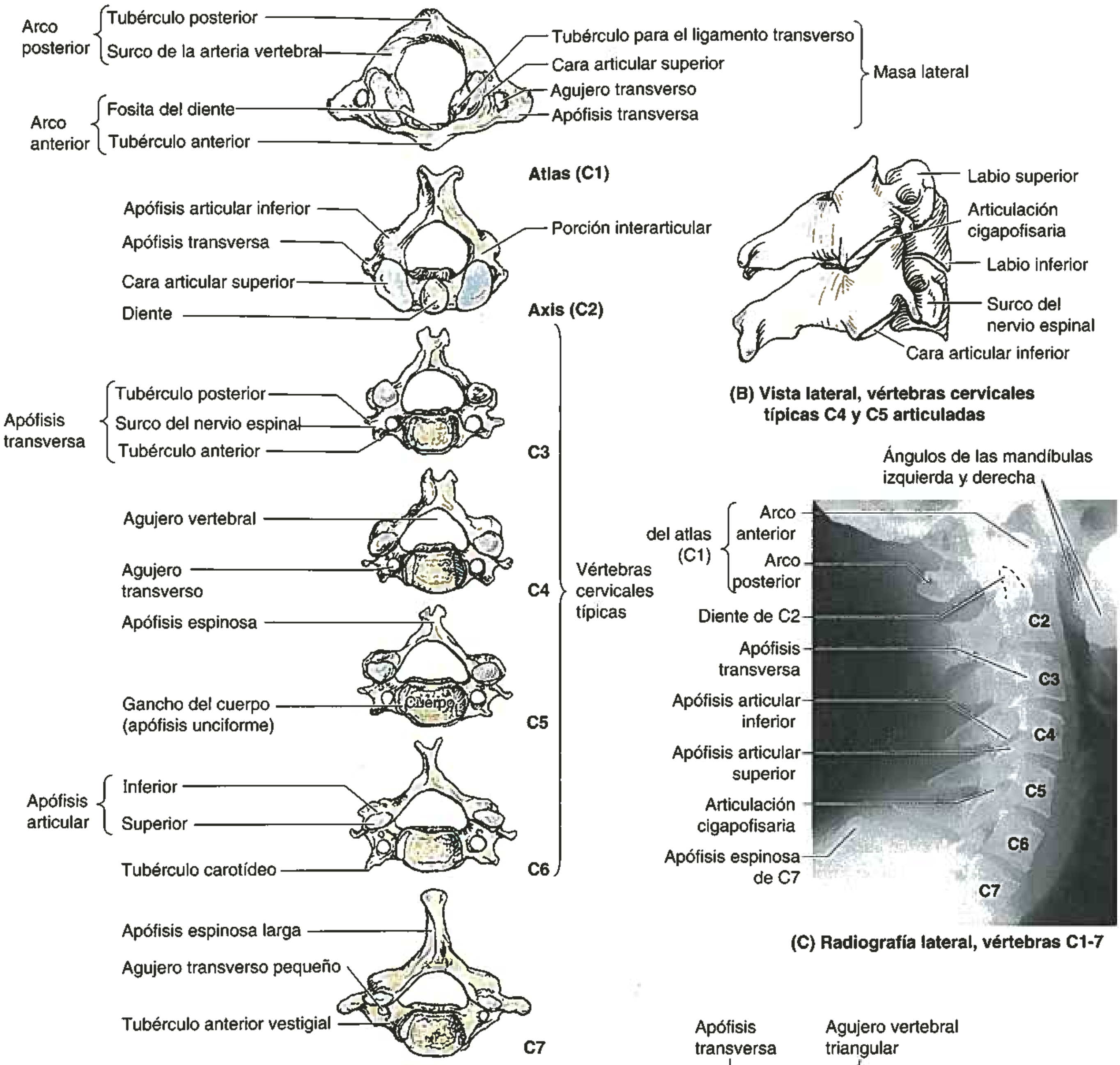

Digástrico (vientre anterior)
Milohioideo
Estilohioideo
Arteria carótida interna
Cartílago tiroides
Esternocleidomastoideo
Cartílago cricoides
Esternotiroideo
Plexo braquial
Trapecio
Vena yugular externa
Omohioideo (vientre inferior)
Tráquea
Vena tiroidea inferior
Vista anterior
Mandíbula
Hueso hioides
Glándula tiroides
Vena yugular externa
Vena tiroidea superior
Arteria carótida común
Nervio vago izquierdo
Vena yugular interna
Nódulo linfático cervical profundo
Vena tiroidea media
Plexo braquial
Conducto torácico
Vena subclavia
Glándula tiroides
Nervio laríngeo recurrente
Vena braquiocefálica izquierda

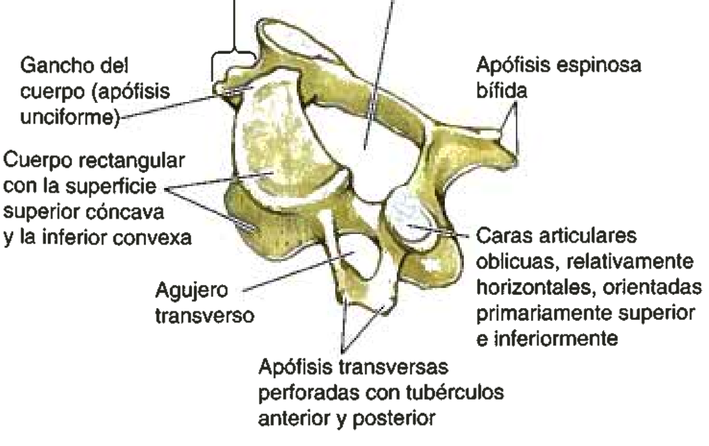
FIGURA 8-1. Disección del cuello anterior. La fascia ha sido retirada y los músculos del lado izquierdo han sido reclinados para mostrar el hueso hioides, la glándula tiroides y estructuras relacionadas con la vaina carotídea: arteria carótida común, vena yugular interna, nervio vago (NC X) y nódulos linfáticos cervicales profundos.


Arco posterior
Tubérculo posterior
Surco de la arteria vertebral
Arco anterior
Fosita del diente
Tubérculo anterior
Tubérculo para el ligamento transverso
Cara articular superior
Agujero transverso
Apófisis transversa
Masa lateral
Atlas (C1)
Apófisis articular inferior
Apófisis transversa
Cara articular superior
Diente
Porción interarticular
Axis (C2)
Apófisis transversa
Tubérculo posterior
Surco del nervio espinal
Tubérculo anterior
C3
Agujero vertebral
Agujero transverso
Apófisis espinosa
C4
Vértebras cervicales típicas
Gancho del cuerpo (apófisis unciforme)
Cuerpo
C5
Apófisis articular
Inferior
Superior
Tubérculo carotídeo
C6
Apófisis espinosa larga
Agujero transverso pequeño
Tubérculo anterior vestigial
C7
Labio superior
Articulación cigapofisaria
Labio inferior
Surco del nervio espinal
Cara articular inferior
Ángulos de las mandíbulas izquierda y derecha
Arco anterior
del atlas (C1)
Arco posterior
Diente de C2
Apófisis transversa
Apófisis articular inferior
Apófisis articular superior
Articulación cigapofisaria
Apófisis espinosa de C7
C2
C3
C4
C5
C6
C7

(B) Vista lateral, vértebras cervicales típicas C4 y C5 articuladas

(C) Radiografía lateral, vértebras C1-7

(A) Vistas superiores, vértebras C1-7


Apófisis transversa
Agujero vertebral triangular
Gancho del cuerpo (apófisis unciforme)
Apófisis espinosa bífida
Cuerpo rectangular con la superficie superior cóncava y la inferior convexa
Caras articulares oblicuas, relativamente horizontales, orientadas primariamente superior e inferiormente
Agujero transverso
Apófisis transversas perforadas con tubérculos anterior y posterior

(D) Vista superior oblicua de las vértebras cervicales típicas

FIGURA 8-2. Vértebras cervicales. A. De la 3.ª a la 6.ª vértebras cervicales son vértebras cervicales «típicas»; la 1.ª, 2.ª y 7.ª son «atípicas». **B y C.** Ilustración y radiografía de las vértebras cervicales articuladas. **D.** Vértebras cervicales típicas que muestran un cuerpo rectangular con apófisis unciformes articulares en sus caras laterales, un agujero vertebral triangular, una apófisis espinosa bífida y agujeros transversos.

Las vértebras cervicales, las articulaciones intervertebrales cervicales y el movimiento de la región cervical de la columna vertebral se tratan en el capítulo dedicado al dorso (cap. 4); por tanto, a continuación sólo se ofrece un breve repaso.

Las **cuatro vértebras cervicales típicas (3.ª a 6.ª)** presentan las siguientes características (fig. 8-2A y D):

- El cuerpo vertebral es pequeño y más largo de lado a lado que anteroposteriormente; la cara superior es cóncava y la cara inferior es convexa.
- El agujero vertebral es grande y triangular.
- Las apófisis transversas de todas las vértebras cervicales (típicas o atípicas) cuentan con **agujeros transversos** para los vasos vertebrales (las venas vertebrales y, excepto en la vértebra C7, las arterias vertebrales).
- Las caras superiores de las apófisis articulares se dirigen superior y posteriormente, y las caras inferiores lo hacen inferior y posteriormente.
- Sus apófisis espinosas son cortas y, en los individuos de ascendencia europea, bífidas.

Hay **tres vértebras cervicales atípicas (C1, C2 y C7)** (fig. 8-2A):

- La vértebra C1 o **atlas:** un hueso con forma de anillo arriñonado que carece de apófisis espinosa y de cuerpo, y que consiste en dos masas laterales conectadas por los arcos anterior y posterior. Sus caras articulares superiores cóncavas reciben los cóndilos occipitales.
- La vértebra C2 o **axis:** desde su cuerpo se proyecta un **diente** con forma de clavija (apófisis odontoides).
- La **vértebra prominente (C7):** llamada así debido a su larga apófisis espinosa, que no es bífida. Sus apófisis transversas son grandes, pero sus agujeros transversos son pequeños.

Hueso hioides

El **hueso hioides** (normalmente denominado como el **hioides**) es móvil y se sitúa en la parte anterior del cuello a nivel de la vértebra C3, en el ángulo entre la mandíbula y el cartílago tiroides (fig. 8-3). El hioides se encuentra suspendido por músculos que lo conectan a la mandíbula, las apófisis estiloides, el cartílago tiroides, el manubrio y las escápulas.

El hioides es único entre los huesos debido a que se encuentra aislado del resto del esqueleto. El nombre del hioides, que tiene forma de U, deriva de la palabra griega *hyoeidçs*, que significa «con forma de letra ípsilon», la vigésima letra del alfabeto griego. El hioides no se articula con ningún otro hueso. Se encuentra suspendido de las apófisis estiloides de los huesos temporales mediante los *ligamentos estilohioideos*, y está adherido firmemente al cartílago tiroides. El hioides consta de un cuerpo y de astas mayor y menor. Funcionalmente, el hioides sirve de inserción para los músculos anteriores del cuello y como apoyo para mantener la vía aérea abierta.

El **cuerpo del hioides,** en su porción media, está orientado anteriormente y tiene aproximadamente 2,5 cm de anchura y 1 cm de grosor (fig. 8-3B y C). Su cara anterior convexa se proyecta anterosuperiormente; su cara posterior cóncava se proyecta posteroinferiormente. Cada extremo de su cuerpo está unido a un **asta mayor** que se proyecta posterosuperiormente y lateralmente al cuerpo. En el joven, las astas mayores están unidas al cuerpo por fibrocartílago. En el anciano, las astas normalmente están unidas por hueso. Cada **asta menor** es una pequeña proyección ósea procedente de la porción superior del cuerpo del hioides cerca de su unión al asta mayor. Se encuentra conectada al cuerpo del hioides por tejido fibroso, y a veces al asta mayor por una articulación sinovial. El asta menor se proyecta superoposteriormente hacia la apófisis estiloides; en algunos adultos puede ser parcial o completamente cartilaginosa.

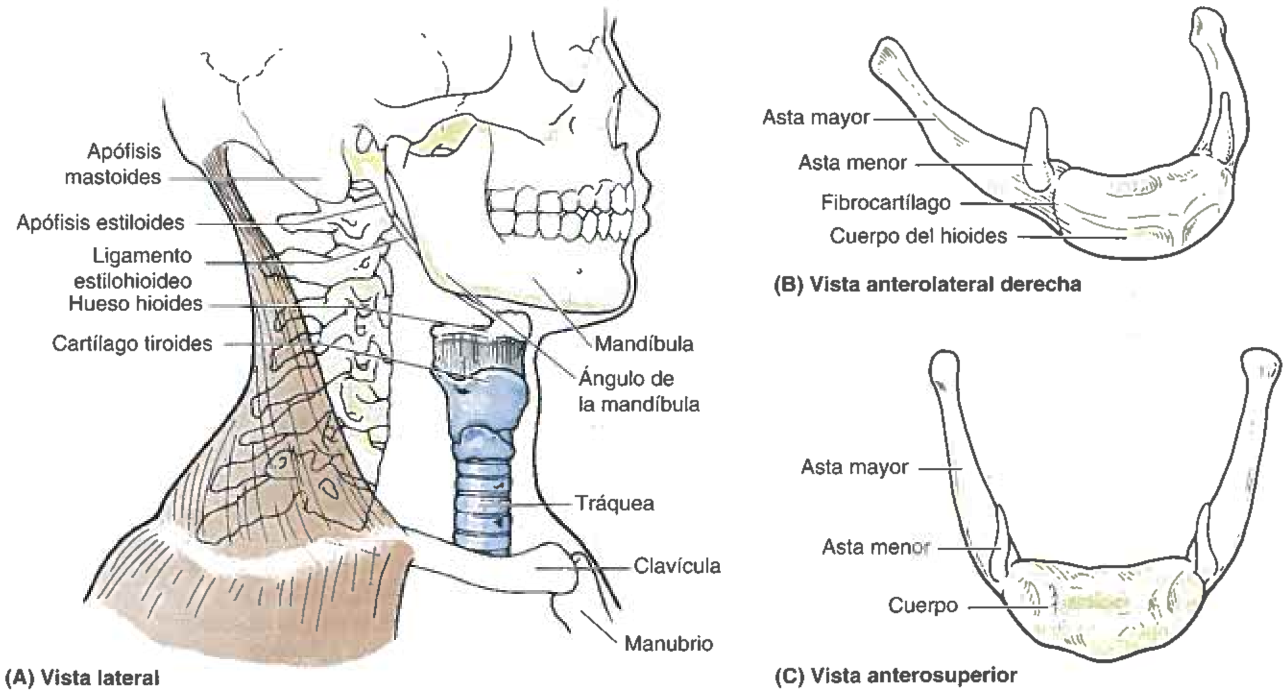


FIGURA 8-3. Huesos y cartílagos del cuello. A. Los puntos de referencia óseos y cartilaginosos del cuello son las vértebras, las apófisis mastoides y estiloides, los ángulos de la mandíbula, el hueso hioides, el cartílago tiroides, las clavículas y el manubrio del esternón. **B** y **C.** Se muestran el hueso hioides y sus características.

HUESOS DEL CUELLO

Dolor cervical

El dolor cervical (dolor de cuello) tiene varias causas, como inflamación de nodúlos linfáticos, desgarro muscular y protusión de discos intervertebrales. El agrandamiento de los nodúlos linfáticos cervicales puede indicar un tumor maligno en la cabeza; sin embargo, el tumor primario puede estar en el tórax o el abdomen, dado que el cuello conecta la cabeza al tronco (p. ej., el cáncer de pulmón puede metastatizar a través del cuello hasta el cráneo). La mayoría de los casos crónicos de dolor cervical se producen por alteraciones óseas (p. ej., artrosis cervical) o por traumatismos. El dolor cervical normalmente se ve afectado por el movimiento de la cabeza y el cuello, y puede aumentar durante la tos o el estornudo, por ejemplo.

Lesiones de la columna vertebral cervical

Las fracturas y luxaciones de las vértebras cervicales pueden lesionar la médula espinal y/o las arterias vertebrales y los plexos simpáticos que pasan a través de los agujeros transversos. Véanse los cuadros azules «Luxación de las vértebras cervicales» (p. 457), «Fractura y luxación del atlas» (p. 458) y «Fractura y luxación del axis» (p. 459).

Fractura del hueso hioides

La fractura del hioides (o de la apófisis estiloides del hueso temporal; v. cap. 7) se produce en personas estranguladas manualmente por compresión de la garganta. Esto provoca la depresión del cuerpo del hioides en el cartílago tiroides. La incapacidad de elevar el hioides y moverlo anteriormente bajo la lengua dificulta la deglución y el mantenimiento de la separación de los tractos alimentario y respiratorio, y puede producir una *neumonía por aspiración.*

FASCIA DEL CUELLO

Las estructuras del cuello están rodeadas por una capa de tejido subcutáneo (fascia superficial) y compartimentadas por láminas de la fascia cervical profunda. Los planos fasciales determinan la dirección en que puede propagarse una infección en el cuello.

Tejido subcutáneo del cuello y platisma

El **tejido subcutáneo del cuello** (fascia cervical superficial) es una lámina de tejido conectivo adiposo que se sitúa entre la dermis cutánea y la lámina superficial de la fascia cervical profunda (fig. 8-4A). Este tejido normalmente es más delgado que en otras regiones, en especial anteriormente. Contiene nervios cutáneos, vasos sanguíneos y linfáticos, nódulos linfáticos superficiales y cantidades variables de grasa. Anterolateralmente contiene el platisma (fig. 8-4B).

PLATISMA

El **platisma** (del griego, plato plano) es una lámina muscular ancha y delgada localizada en el tejido subcutáneo del cuello (figs. 8-4B, 8-5 y 8-6A). Como otros músculos faciales y del cuero cabelludo, el platisma se desarrolla a partir de una capa continua de musculatura derivada del mesénquima del 2.° arco faríngeo del embrión, y es inervado por ramos del nervio facial, NC VII. La vena yugular externa (VYE), que desciende desde el ángulo de la mandíbula hasta la mitad de la clavícula (fig. 8-1), y los principales nervios cutáneos del cuello son profundos al platisma.

El platisma recubre la cara anterolateral del cuello. Sus fibras se originan en la fascia profunda cubriendo las porciones superiores de los músculos deltoides y pectoral mayor, y se extienden superomedialmente sobre la clavícula hasta el límite inferior de la mandíbula. Los límites anteriores de los dos músculos se decusan sobre el mentón y se fusionan con los músculos faciales. Inferiormente las fibras divergen, dejando un hueco anterior a la laringe y la tráquea (fig. 8-5). En términos de continuidad (integridad), existe una gran variación en esta capa muscular, que a menudo consiste en tiras aisladas. El platisma está inervado por el ramo cervical del NC VII.

Puntos fundamentales

HUESOS DEL CUELLO

Vértebras cervicales. El cuello es un tallo móvil de conexión con un esqueleto axial segmentado. ♦ Los cuerpos vertebrales apilados y colocados centralmente sostienen la cabeza. ♦ Las articulaciones invertebrales —especialmente las articulaciones craneovertebrales en su extremo superior— proporcionan la flexibilidad necesaria para permitir el posicionamiento de la cabeza, de manera que se maximiza el uso de sus órganos sensoriales. ♦ Múltiples apófisis vertebrales aportan tanto las inserciones como el efecto de palanca necesario para mover y mantener la cabeza en esas posiciones. ♦ Los agujeros de las vértebras cervicales proporcionan un paso seguro para la médula espinal y las arterias vertebrales que nutren los huesos, y constituyen uno de los componentes principales del aporte sanguíneo encefálico. ♦ Las vértebras aportan una pequeña protección para otras estructuras del cuello.

Hueso hioides. Único teniendo en cuenta su aislamiento del resto del esqueleto, el hioides en forma de U se encuentra suspendido entre el cuerpo de la mandíbula superiormente y el manubrio inferiormente. ♦ El hioides proporciona una base móvil para la lengua e inserción para la porción media de la faringe. ♦ El hioides también mantiene la permeabilidad de la faringe, necesaria para la deglución y la respiración.

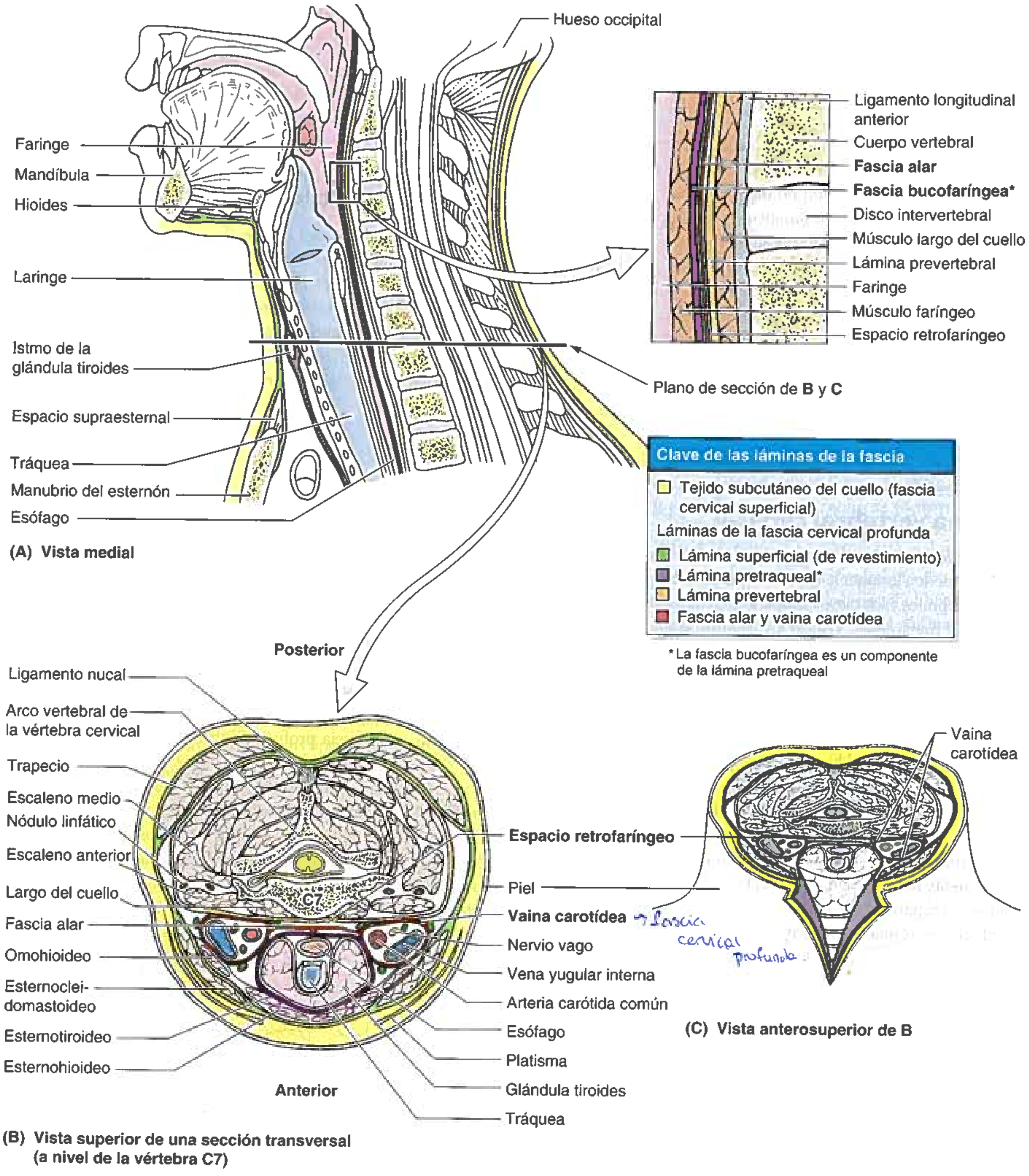

Hueso occipital
Ligamento longitudinal anterior
Cuerpo vertebral
Fascia alar
Fascia bucofaríngea*
Disco intervertebral
Músculo largo del cuello
Lámina prevertebral
Faringe
Músculo faríngeo
Espacio retrofaríngeo
Faringe
Mandíbula
Hioides
Laringe
Istmo de la glándula tiroides
Espacio supraesternal
Tráquea
Manubrio del esternón
Esófago
Plano de sección de B y C
(A) Vista medial
Clave de las láminas de la fascia
🟨 Tejido subcutáneo del cuello (fascia cervical superficial)
Láminas de la fascia cervical profunda
🟩 Lámina superficial (de revestimiento)
🟪 Lámina pretraqueal*
🟧 Lámina prevertebral
🟥 Fascia alar y vaina carotídea
* La fascia bucofaríngea es un componente de la lámina pretraqueal
Posterior
Ligamento nucal
Arco vertebral de la vértebra cervical
Trapecio
Escaleno medio
Nódulo linfático
Escaleno anterior
Largo del cuello
Fascia alar
Omohioideo
Esternocleidomastoideo
Esternotiroideo
Esternohioideo
C7
Anterior
Espacio retrofaríngeo
Piel
Vaina carotídea
→ fascia cervical profunda
Nervio vago
Vena yugular interna
Arteria carótida común
Esófago
Platisma
Glándula tiroides
Tráquea
(B) Vista superior de una sección transversal (a nivel de la vértebra C7)
Vaina carotídea
(C) Vista anterosuperior de B

FIGURA 8-4. Secciones de la cabeza y el cuello que muestran la fascia cervical. A. La mitad derecha de la cabeza y el cuello se han seccionado en el plano medio. El *detalle* ilustra la fascia en la región retrofaríngea. **B.** Esta sección transversal del cuello pasa a través del istmo de la glándula tiroides a nivel de la vértebra C7, como se indica en la parte **A.** La lámina más externa de la fascia cervical profunda, la lámina superficial, se separa para incluir los músculos trapecio y esternocleidomastoideo en las cuatro esquinas del cuello. La lámina superficial y los músculos que incluye rodean dos columnas fasciales principales. La lámina pretraqueal (visceral) incluye los músculos y vísceras del cuello anterior; la lámina prevertebral (musculoesquelética) rodea la columna vertebral y los músculos asociados. Las vainas carotídeas son conductos vasculonerviosos relacionados con ambas columnas fasciales. **C.** Se muestran los compartimientos fasciales del cuello para ilustrar un abordaje anterior en la línea media a la glándula tiroides. Como la laringe, la tráquea y la glándula tiroides son prácticamente subcutáneas en la línea media, para alcanzarlas se han de seccionar dos láminas de fascia cervical profunda (las láminas superficial y pretraqueal).

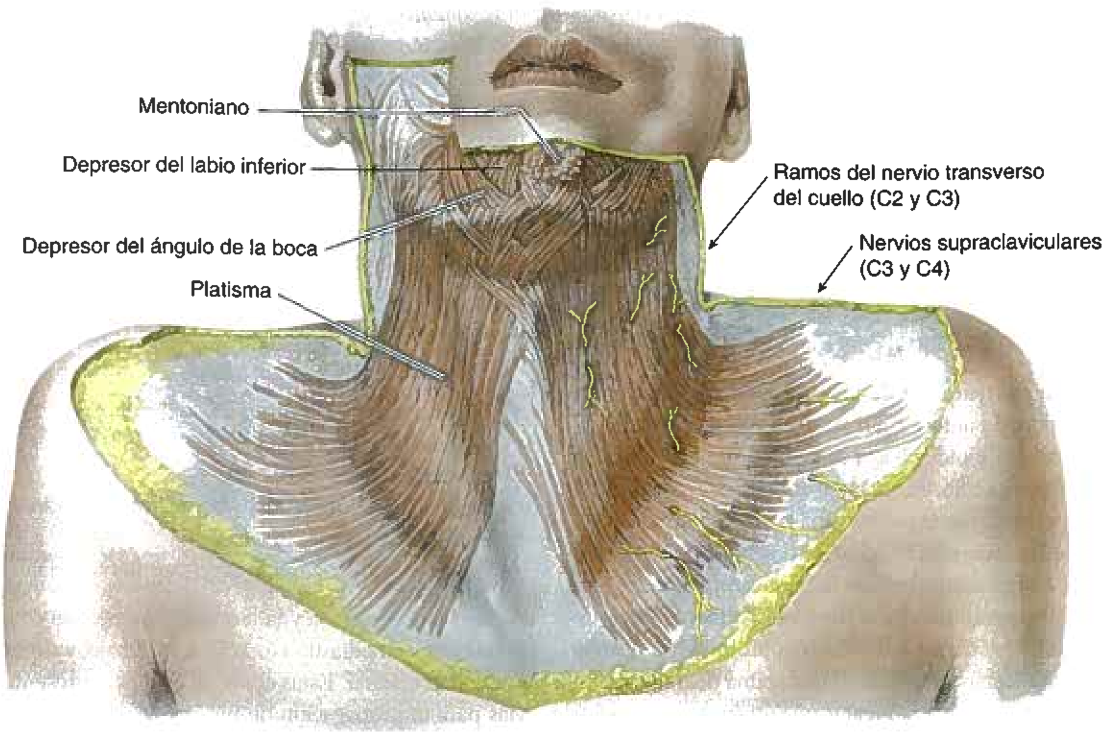

Mentoniano
Depresor del labio inferior
Depresor del ángulo de la boca
Platisma
Ramos del nervio transverso del cuello (C2 y C3)
Nervios supraclaviculares (C3 y C4)

FIGURA 8-5. Platisma. El delgado músculo platisma se extiende subcutáneamente como una lámina, pasa sobre las clavículas y es atravesado por nervios cutáneos. Existe una gran variación en la continuidad de esta lámina muscular.

Actuando desde su inserción superior, *el platisma tensa la piel*, provocando arrugas cutáneas verticales y liberando presión de las venas superficiales (tabla 8-2). Los hombres normalmente usan esta función del platisma cuando se afeitan el cuello y cuando se aflojan una corbata ajustada. Actuando desde su inserción inferior, el platisma ayuda a bajar la mandíbula y tira de las comisuras de la boca inferiormente, como en una mueca. Como músculo de expresión facial, el platisma sirve para expresar tensión o estrés.

Fascia cervical profunda

La **fascia cervical profunda** consta de tres láminas fasciales (capas): *superficial (de revestimiento), pretraqueal* y *prevertebral* (fig. 8-4A y B). Estas láminas sujetan vísceras (p. ej., la glándula tiroides), músculos, vasos y nódulos linfáticos profundos. La fascia cervical profunda también se condensa en torno a las arterias carótidas comunes, las venas yugulares internas (VYI) y los nervios vagos, formando la *vaina carotídea* (fig. 8-4B y C).

Estas tres láminas fasciales forman planos naturales de separación, que permiten la separación de los tejidos durante la cirugía y que limitan la propagación de abscesos (colecciones de pus) provocados por infecciones. Las láminas fasciales cervicales profundas también proporcionan el deslizamiento que permite el movimiento y el desplazamiento sin dificultad de unas estructuras del cuello sobre las otras, como por ejemplo en la deglución y en la rotación de la cabeza y el cuello.

LÁMINA SUPERFICIAL DE LA FASCIA CERVICAL PROFUNDA

La **lámina superficial (de revestimiento) de la fascia cervical profunda,** la más externa de las láminas de la fascia cervical profunda, rodea todo el cuello en profundidad a la piel y el tejido subcutáneo. En las «cuatro esquinas» del cuello, se separa en hojas superficial y profunda para incluir (rodear) los *músculos esternocleidomastoideo* y *trapecio.* Estos músculos derivan de la misma capa muscular embrionaria y están inervados por el mismo nervio (NC XI). Básicamente tienen inserciones continuas en la base del cráneo superiormente y en la espina y el acromion de la escápula y la clavícula inferiormente (fig. 8-4B y C).

Superiormente, la lámina superficial de la fascia cervical profunda se une a:

- Las líneas nucales superiores del hueso occipital.
- Las apófisis mastoides de los huesos temporales.
- Los arcos zigomáticos.
- El borde inferior de la mandíbula.
- El hueso hioides.
- Las apófisis espinosas de las vértebras cervicales.

Inmediatamente por debajo de su inserción en la mandíbula, la lámina superficial de la fascia profunda se divide para englobar la glándula submandibular; en la zona posterior a la mandíbula se separa para formar la cápsula fibrosa de la glándula parótida. El **ligamento estilomandibular** es un engrosamiento de esta lámina fascial.

Inferiormente, la lámina superficial de la fascia cervical profunda se inserta en el manubrio, las clavículas, los acromion y las espinas de las escápulas. La lámina superficial de la fascia cervical profunda se continúa posteriormente con el periostio que cubre la apófisis espinosa de C7 y con el **ligamento nucal,** una membrana triangular que forma un tabique fibroso intermedio entre los músculos de los dos lados del cuello (fig. 8-4B).

Inferiormente entre las cabezas esternales de los esternocleidomastoideos e inmediatamente superior al manubrio, la lámina superficial de la fascia cervical profunda sigue dividida en dos hojas que rodean al esternocleidomastoideo: una hoja se une a la cara anterior y la otra a la posterior del manubrio. Entre estas hojas se sitúa un **espacio supraesternal** (fig. 8-4A). Rodea los extremos inferiores de las venas yugulares anteriores, el arco venoso yugular, grasa y unos pocos nódulos linfáticos profundos.

LÁMINA PRETRAQUEAL DE LA FASCIA CERVICAL PROFUNDA

La delgada **lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda** está limitada a la porción anterior del cuello (fig. 8-4). Se extiende inferiormente desde el hioides hacia el interior del tórax, donde se fusiona con el pericardio fibroso que recubre el corazón. La lámina pretraqueal de la fascia incluye una *porción muscular* delgada, que rodea a los músculos infrahioideos, y una *porción visceral*, que envuelve a la glándula tiroides, la tráquea y el esófago, y se continúa posterior y superiormente con la **fascia bucofaríngea** de la faringe. La lámina pretraqueal de la fascia profunda se fusiona lateralmente con las vainas carotídeas. Por encima del hioides, un engrosamiento de la fascia pretraqueal forma una polea o tróclea a través de la cual pasa el *tendón intermedio del músculo digástrico*, suspendiendo el hioides. Envolviendo el borde lateral del tendón intermedio del omohioideo, la lámina pretraqueal también une el *músculo omohioideo* de dos vientres, redirigiendo el trayecto del músculo entre los vientres.

LÁMINA PREVERTEBRAL DE LA FASCIA CERVICAL PROFUNDA

La **lámina prevertebral de la fascia cervical profunda** forma una vaina tubular para la columna vertebral y los músculos asociados con ella, como el *largo del cuello* y el *largo de la cabeza* anteriormente, los escalenos lateralmente y los *músculos profundos del cuello* posteriormente (fig. 8-4).

La lámina prevertebral de la fascia profunda está fijada superiormente a la base del cráneo. Inferiormente, se mezcla periféricamente con la *fascia endotorácica* y se fusiona centralmente con el *ligamento longitudinal anterior* del cuello hasta aproximadamente la vértebra T3 (v. cap. 4) (fig. 8-4A). La lámina prevertebral se extiende lateralmente como *vaina axilar* (cap. 6), que rodea los vasos axilares y el plexo braquial. Las porciones cervicales de los troncos simpáticos están rodeadas por la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda.

Vaina carotídea. La **vaina carotídea** es un recubrimiento tubular fascial que se extiende desde la base del cráneo hasta la raíz del cuello. Esta vaina se fusiona anteriormente con las láminas superficial y pretraqueal de la fascia, y posteriormente con la lámina prevertebral de la fascia (fig. 8-4B y C). La vaina carotídea contiene:

- Las arterias carótidas común e interna.
- La vena yugular interna (VYI).
- El nervio vago (NC X).
- Algunos nódulos linfáticos cervicales profundos.
- El nervio del seno carotídeo.
- Fibras nerviosas simpáticas (plexos periarteriales carotídeos).

La vaina carotídea y la fascia pretraqueal se comunican libremente con el mediastino torácico por debajo, y superiormente con la cavidad craneal. Estas comunicaciones representan potenciales vías para la propagación de infecciones o la extensión de sangre extravasada.

Espacio retrofaríngeo. El **espacio retrofaríngeo** es el mayor y más importante espacio interfascial del cuello (fig. 8-4A y B). Es un espacio virtual formado por tejido conectivo laxo entre la porción visceral de la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda y la fascia bucofaríngea, que rodea superficialmente la faringe. Inferiormente, la fascia bucofaríngea se continúa con la lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda.

La **fascia alar** forma otra subdivisión del espacio retrofaríngeo. Esta delgada lámina se inserta a lo largo de la línea media de la fascia bucofaríngea desde el cráneo hasta el nivel de la vértebra C7. Desde esta inserción, se extiende lateralmente y termina en la vaina carotídea. El espacio retrofaríngeo permite el movimiento de la faringe, el esófago, la laringe y la tráquea respecto a la columna vertebral durante la deglución. Este espacio está cerrado superiormente por la base del cráneo y a cada lado por la vaina carotídea. Inferiormente se abre dentro del mediastino superior (v. cap. 1).

FASCIA CERVICAL

Parálisis del platisma

La parálisis del platisma, consecuencia de la lesión del ramo cervical del nervio facial, provoca que la piel caiga del cuello formando arrugas laxas. Por tanto, durante las disecciones quirúrgicas del cuello es preciso tener especial cuidado para preservar el ramo cervical del nervio facial. En la sutura de heridas del cuello, los cirujanos suturan cuidadosamente la piel y los bordes del platisma. Si esto no se realiza, la piel herida será retraída (estirada en diferentes direcciones) por las fibras contráctiles musculares del platisma, y puede generarse una cicatriz antiestética.

Propagación de infecciones cervicales

La lámina superficial (de revestimiento) de la fascia cervical profunda ayuda a prevenir la propagación de abscesos causados por la destrucción tisular. Si se produce una infección entre la lámina superficial de la fascia cervical profunda y la porción muscular de la lámina pretraqueal que rodea a los músculos infrahioideos, normalmente la infección no se propagará más allá del borde superior del manubrio. No obstante, si la infección se produce entre la lámina superficial y la porción visceral de la lámina pretraqueal, puede propagarse hacia la cavidad torácica, anteriormente al pericardio.

El pus de un absceso posterior a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda puede extenderse lateralmente en el cuello y formar una tumefacción posterior al esternocleidomastoideo. El pus puede perforar la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda, penetrar en el espacio retrofaríngeo y formar un abultamiento en la faringe (*absceso retrofaríngeo*). Este absceso puede causar dificultad para la deglución (*disfagia*) o el habla (*disartria*).

Las infecciones de la cabeza también pueden propagarse inferiormente por detrás del esófago y entrar en el mediastino posterior, o pueden propagarse anteriormente a la tráquea y entrar en el mediastino anterior. Las infecciones del espacio retrofaríngeo también pueden extenderse inferiormente dentro del mediastino superior. Del mismo modo, el aire procedente de una rotura de la tráquea, de un bronquio o del esófago (*neumomediastino*), puede pasar superiormente hacia el cuello.

Puntos fundamentales

FASCIA CERVICAL

Tejido subcutáneo y platisma. El tejido subcutáneo es normalmente más delgado en el cuello que en otras regiones, en especial anteriormente. ♦ Contiene el platisma, un músculo de expresión facial.

Fascia cervical profunda. Como cualquier fascia profunda, la función de la fascia cervical profunda es: *1)* proporcionar contención para los músculos y vísceras en compartimientos con grados variables de rigidez, *2)* aportar el deslizamiento que permite a las estructuras resbalar unas sobre otras, y *3)* servir como un conducto de paso de estructuras vasculonerviosas. ♦ Los dos principales compartimientos del cuello se encuentran separados por el espacio retrofaríngeo. ♦ Anteriormente, la *lámina pretraqueal* rodea las vísceras cervicales y la musculatura extrínseca asociada con ellas (músculos suprahioideos e infrahioideos). ♦ Posteriormente, la *lámina prevertebral* rodea los elementos musculoesqueléticos del cuello que se asocian e incluyen a las vértebras cervicales. ♦ Estos dos compartimientos fasciales se encuentran incluidos dentro de la tercera y más superficial lámina de la fascia cervical profunda, la *lámina superficial*, que abarca los músculos superficiales (trapecio y esternocleidomastoideo). ♦ La lámina superficial se inserta en el cráneo superiormente y en la cintura escapular inferiormente. ♦ Los principales conductos vasculonerviosos, las *vainas carotídeas*, se sitúan anterolaterales a las uniones comunes de estas tres láminas. ♦ Los límites y continuaciones superiores e inferiores de estas láminas fasciales, compartimientos y espacios interfasciales, constituyen vías de extensión o propagación de infecciones, líquidos, gases o tumores.

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES DEL CUELLO: REGIONES CERVICALES

Para definir con claridad la localización de las estructuras, lesiones o patologías, el cuello se divide en regiones (fig. 8-6; tabla 8-1). Entre el cráneo (la mandíbula anteriormente y el hueso occipital posteriormente) y las clavículas, el cuello se divide en cuatro regiones principales de acuerdo con los bordes normalmente visibles y/o palpables de los músculos esternocleidomastoideo y trapecio, grandes y relativamente superficiales, que se encuentran en el interior de la lámina más externa (superficial) de la fascia cervical profunda.

Región esternocleidomastoidea

El **músculo esternocleidomastoideo (ECM)** es un punto de referencia muscular clave del cuello, constituyendo la **región esternocleidomastoidea.** Divide visiblemente cada lado del cuello en las *regiones cervicales anterior y lateral* (triángulos cervicales anterior y posterior). El ECM es un músculo ancho con forma de cinta que tiene dos cabezas: el tendón redondeado de la **cabeza esternal** se inserta en el manubrio, mientras que la **cabeza clavicular,** carnosa y gruesa, se inserta en la cara superior del tercio medial de la clavícula (fig. 8-7; tabla 8-2).

Las dos cabezas del ECM están separadas inferiormente por un espacio, visible superficialmente como una pequeña depresión triangular, la **fosa supraclavicular menor.** Las cabezas se unen superiormente a medida que discurren en sentido oblicuo ascendente hacia el cráneo. La inserción superior del ECM es la apófisis mastoides del hueso temporal y la línea nucal superior del hueso occipital. La lámina superficial de la fascia cervical profunda se separa para formar una vaina para el ECM (fig. 8-4B).

Los ECM mueven las articulaciones craneovertebrales, las articulaciones intervertebrales cervicales o ambas (fig. 8-7; tabla 8-2). Sus inserciones craneales se sitúan posteriores al eje de las articulaciones atlantooccipitales. Partiendo de la posición anatómica, con una contracción tónica que mantiene la posición de la columna vertebral cervical, la contracción bilateral de los ECM (especialmente de sus fibras más posteriores) provocará la extensión de la cabeza en las articulaciones atlantooccipitales, elevando el mentón (fig. 8-7D).

Actuando bilateralmente, los ECM también pueden flexionar el cuello. Pueden hacerlo de dos maneras diferentes:

1. Si la cabeza está inicialmente flexionada anteriormente en las articulaciones atlantooccipitales por acción de los músculos prevertebrales (y/o los músculos suprahioideos e infrahioideos) contra resistencia, los ECM (específicamente las fibras anterio-

(*El texto continúa en p. 992*)

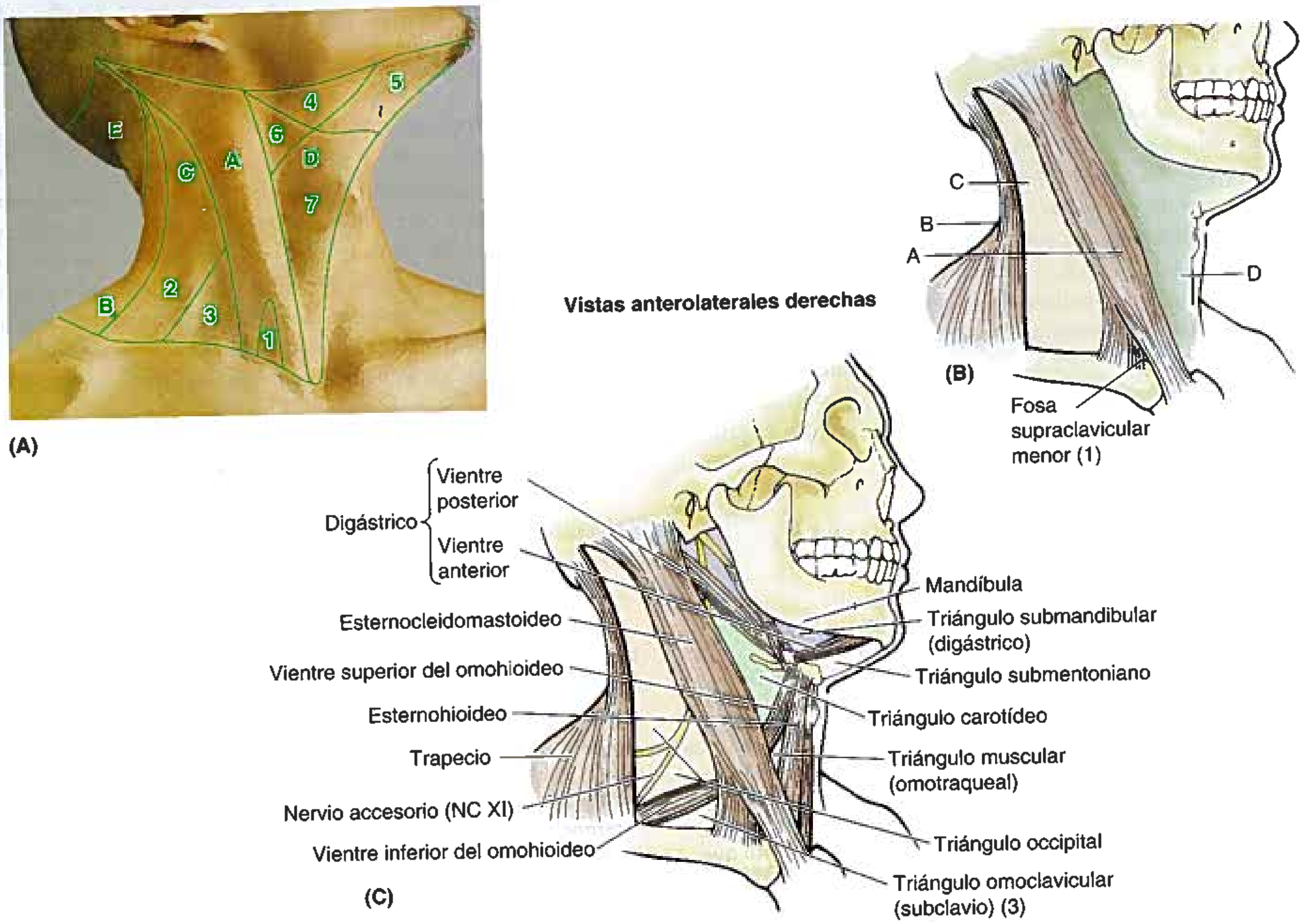

E
4
5
6
C
A
D
7
B
2
3
1
(A)
Vistas anterolaterales derechas
C
B
A
D
(B)
Fosa supraclavicular menor (1)
Digástrico
Vientre posterior
Vientre anterior
Esternocleidomastoideo
Vientre superior del omohioideo
Esternohioideo
Trapecio
Nervio accesorio (NC XI)
Vientre inferior del omohioideo
(C)
Mandíbula
Triángulo submandibular (digástrico)
Triángulo submentoniano
Triángulo carotídeo
Triángulo muscular (omotraqueal)
Triángulo occipital
Triángulo omoclavicular (subclavio) (3)

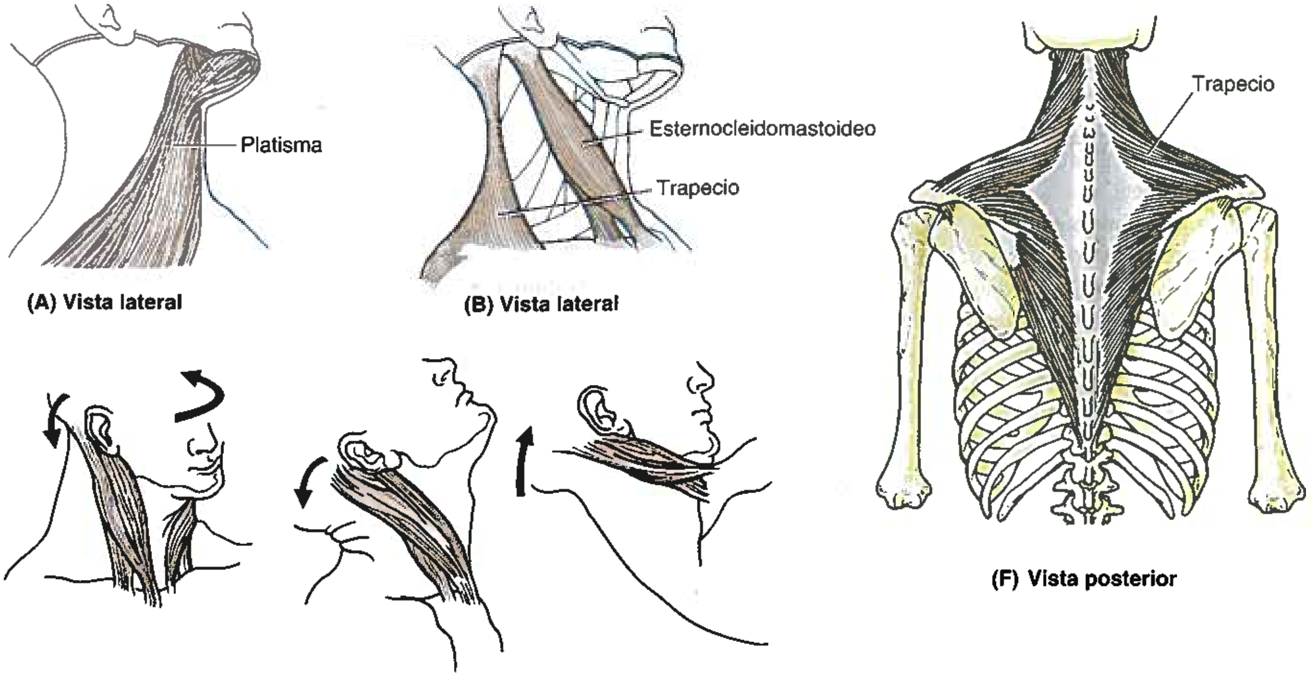
FIGURA 8-6. Regiones y triángulos cervicales.

TABLA 8-1. REGIONES/TRIÁNGULOS CERVICALES Y CONTENIDO

Región[a]	Principal contenido y estructuras subyacentes
Región esternocleidomastoidea (A)	Músculo esternocleidomastoideo; porción superior de la vena yugular externa; nervio auricular mayor; nervio transverso del cuello
Fosa supraclavicular menor (1)	Porción inferior de la vena yugular interna
Región cervical posterior (B)	Músculo trapecio; ramos cutáneos de los ramos posteriores de los nervios espinales cervicales; la región o triángulo suboccipital (E) se sitúa profunda a la porción superior de esta región
Región cervical lateral (triángulo posterior) (C)	
Triángulo occipital (2)	Parte de la vena yugular externa; ramos posteriores del plexo nervioso cervical; nervio accesorio (NC XI)[b]; troncos del plexo braquial; arteria cervical transversa; nódulos linfáticos cervicales
Triángulo omoclavicular (subclavio)(3)	Arteria subclavia (tercera porción); parte de la vena subclavia (en algunos casos); arteria supraescapular; nódulos linfáticos supraclaviculares
Región cervical anterior (triángulo anterior) (D)	
Triángulo submandibular (digástrico) (4)	La glándula submandibular casi llena el triángulo; nódulos linfáticos submandibulares; nervio hipogloso; nervio milohioideo; porciones de la arteria y vena faciales
Triángulo submentoniano (5)	Nódulos linfáticos submentonianos y pequeñas venas que se unen para formar la vena yugular anterior
Triángulo carotídeo (6)	Vaina carotídea que contiene la arteria carótida común y sus ramas, vena yugular interna y sus tributarias, nervio vago; arteria carótida externa y algunas de sus ramas; nervio hipogloso y raíz superior del asa cervical; nervio accesorio (NC XI)[b]; glándula tiroides, laringe y faringe; nódulos linfáticos cervicales profundos; ramos del plexo cervical
Triángulo muscular (omotraqueal) (7)	Músculos esternotiroideo y esternohioideo; glándulas tiroides y paratiroides

[a] Las letras y números entre paréntesis hacen referencia a la figura 8-6A y B.

[b] El nervio accesorio (NC XI) hace referencia a la «raíz espinal del NC XI» tradicional. La «raíz craneal» tradicional ahora se considera parte del nervio vago (NC X) (Lachman *et al.*, 2002).



(A) Vista lateral

(B) Vista lateral

(C) Vista anterolateral: flexión lateral con rotación

(D) Vista lateral: extensión de las articulaciones atlantooccipitales

(E) Vista lateral: flexión de las vértebras cervicales (sujeto en decúbito supino)

(F) Vista posterior

FIGURA 8-7. Músculos del cuello.

TABLA 8-2. MÚSCULOS CUTÁNEOS Y SUPERFICIALES DEL CUELLO

Músculo	Inserción superior	Inserción inferior	Inervación	Acción(es) principal(es)
Platisma	Borde inferior de la mandíbula, piel y tejido subcutáneo de la porción inferior de la cara	Fascia que cubre las porciones superiores de los músculos pectoral mayor y deltoides	Ramo cervical del nervio facial (NC VII)	Tira de las comisuras de los labios inferiormente y ensancha la boca en las expresiones de tristeza o miedo; con los dientes apretados, tracciona de la piel del cuello superiormente
Esternocleidomastoideo	Cara lateral de la apófisis mastoides del hueso temporal y mitad lateral de la línea nucal superior	*Cabeza esternal:* cara anterior del manubrio del esternón *Cabeza clavicular:* cara superior del tercio medial de la clavícula	Nervio accesorio (NC XI; motor); nervios C2 y C3 (dolor y propiocepción)	*Contracción unilateral:* inclina la cabeza hacia el mismo lado (es decir, flexiona el cuello lateralmente) y lo rota, de manera que la cara gira superiormente hacia el lado opuesto (fig. 8-6C) *Contracción bilateral: 1)* extiende el cuello al nivel de las articulaciones atlantooccipitales (fig. 8-6D), *2)* flexiona las vértebras cervicales de manera que el mentón se acerca al manubrio (fig. 8-6E), o *3)* extiende las vértebras cervicales superiores al tiempo que flexiona las inferiores, de manera que el mentón es empujado hacia delante y se mantiene la cabeza nivelada Con las vértebras cervicales fijadas, puede elevar el manubrio y los extremos mediales de las clavículas ayudando a la acción de «palanca de bomba de agua» en respiración profunda (v. cap. 1)
Trapecio	Tercio medial de la línea nucal superior, protuberancia occipital externa, ligamento nucal, apófisis espinosas de las vértebras C7-T12 y apófisis espinosas lumbares y sacras	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Nervio accesorio (NC XI; motor); nervios C2 y C3 (dolor y propiocepción)	Eleva, retrae y rota la escápula superiormente *Fibras descendentes (superiores):* eleva la cintura escapular, mantiene el nivel del hombro contra resistencia o contra la gravedad *Fibras transversales (medias):* retraen la escápula *Fibras descendentes (inferiores):* desciende el hombro *Fibras ascendentes y descendentes juntas:* rota la espina de la escápula superiormente Con los hombros fijos, la contracción bilateral extiende el cuello; la contracción unilateral produce flexión lateral hacia el mismo lado

res) flexionan toda la columna vertebral cervical, de manera que el mentón se acerca al manubrio (fig. 8-7E). Sin embargo, la gravedad es normalmente la fuerza motriz de este movimiento en posición erecta.

2. Actuando antagónicamente con los extensores del cuello (es decir, los músculos cervicales profundos), la contracción bilateral de los ECM puede flexionar la porción inferior del cuello mientras produce una extensión limitada en la articulación atlantooccipital y la porción superior del cuello, protruyendo el mentón mientras mantiene la cabeza al mismo nivel. Estos movimientos de flexión también se dan cuando se levanta la cabeza del suelo desde la posición de decúbito supino (con la gravedad proporcionando la resistencia en lugar de los músculos cervicales profundos).

Es probable que la mayoría de las veces músculos sinérgicos más pequeños y/o una contracción excéntrica (relajación controlada del músculo, cediendo gradualmente a la gravedad; v. Introducción) se relacionen con la iniciación de la flexión o la extensión, aportando el ECM la potencia y el alcance del movimiento una vez iniciado.

Actuando unilateralmente, el ECM flexiona lateralmente el cuello (tuerce el cuello de lado) y rota la cabeza aproximando la oreja al hombro homolateral (mismo lado), al tiempo que rota la cabeza de forma que el mentón gira hacia el lado contralateral (opuesto) y se eleva. Si la cabeza y el cuello se mantienen fijos, la *contracción bilateral* de los ECM eleva las clavículas y el manubrio, y por tanto las costillas anteriores. De esta forma, los ECM actúan como músculos respiratorios accesorios, ayudando en la generación del movimiento de «palanca de bomba de agua» de la pared torácica (v. p. 83).

Para explorar el esternocleidomastoideo, la cabeza se gira hacia el lado opuesto contra resistencia (mano contra el mentón). Si actúa de forma normal, se puede ver y palpar el músculo.

Región cervical posterior

La región posterior a los bordes anteriores del trapecio (es decir, correspondiente a su área) es la **región cervical posterior** (fig. 8-6; tabla 8-1). La *región suboccipital* es profunda a la porción superior de esta región (v. p. 495). El **trapecio** es un músculo triangular ancho, plano, que cubre la cara posterolateral del cuello y el tórax (fig. 8-7F). El trapecio es un:

- Músculo superficial del dorso (v. cap. 4).
- Músculo axioapendicular posterior que actúa sobre la cintura escapular (v. cap. 6).
- Músculo cervical, que puede producir movimientos del cráneo.

El trapecio une la cintura escapular al cráneo y la columna vertebral, y colabora en su suspensión. Sus inserciones, inervación y acciones principales se describen en la tabla 8-2. La piel de la región cervical posterior está inervada de forma segmentaria por ramos posteriores de los nervios espinales cervicales que atraviesan, pero no inervan, el trapecio.

Para explorar el trapecio se encoge el hombro contra resistencia. Si el músculo actúa de forma normal, se puede ver y palpar su borde superior. Si el trapecio está paralizado, el hombro cae; sin embargo, las acciones combinadas del elevador de la escápula y las fibras superiores del serrato anterior ayudan a mantener el hombro y en cierta medida pueden compensar la parálisis (v. cap. 6).

Región cervical lateral

La **región cervical lateral** (triángulo posterior) está limitada (figs. 8-6 y 8-8):

- Anteriormente, por el borde posterior del ECM.
- Posteriormente, por el borde anterior del trapecio.
- Inferiormente, por el tercio medio de la clavícula, entre el trapecio y el ECM.
- Por un *vértice,* donde se unen el ECM y el trapecio, sobre la línea nucal superior del hueso occipital.
- Por un *techo,* formado por la lámina superficial de la fascia cervical profunda.
- Por un *suelo,* formado por músculos cubiertos por la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda.

La región cervical lateral se enrolla en torno a la cara lateral del cuello a modo de espiral. La región está cubierta por la piel y el tejido subcutáneo que contiene el platisma.

MÚSCULOS DE LA REGIÓN CERVICAL LATERAL

El suelo de la región cervical lateral está formado generalmente por la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda que recubre cuatro músculos (fig. 8-9): esplenio de la cabeza, elevador de la escápula, escaleno medio y escaleno posterior. En ocasiones, la porción inferior del escaleno anterior aparece en el ángulo inferomedial de la región cervical lateral, donde habitualmente está oculta por el ECM. Una división ocasional del escaleno anterior, el *escaleno mínimo,* pasa posterior a la arteria subclavia para insertarse en la 1.ª costilla (Agur y Dalley, 2009).

Para una localización más precisa de las estructuras, la región cervical lateral está dividida por el *vientre inferior del músculo omohioideo* en un gran triángulo occipital, superiormente, y un pequeño triángulo omoclavicular, inferiormente (tabla 8-1).

- El triángulo occipital se denomina así porque la arteria *occipital* aparece en su vértice (figs. 8-8 y 8-10). El nervio más importante que cruza el triángulo occipital es el *nervio accesorio* (NC XI).
- El **triángulo omoclavicular** (subclavio) está marcado en la cara lateral del cuello por la *fosa supraclavicular mayor.* La porción inferior de la VYE cruza este triángulo superficialmente; la *arteria subclavia* se encuentra en su profundidad (figs. 8-8 y 8-10). Estos vasos están separados por la lámina superficial de la fascia cervical profunda. Dado que la tercera porción de la arteria subclavia se localiza en esta región, el triángulo omoclavicular normalmente se conoce como triángulo subclavio (fig. 8-6).

ARTERIAS DE LA REGIÓN CERVICAL LATERAL

Las arterias de la región cervical lateral son las ramas del tronco tirocervical, la tercera porción de la arteria subclavia y parte de la arteria occipital. El *tronco tirocervical,* rama de la arteria subclavia

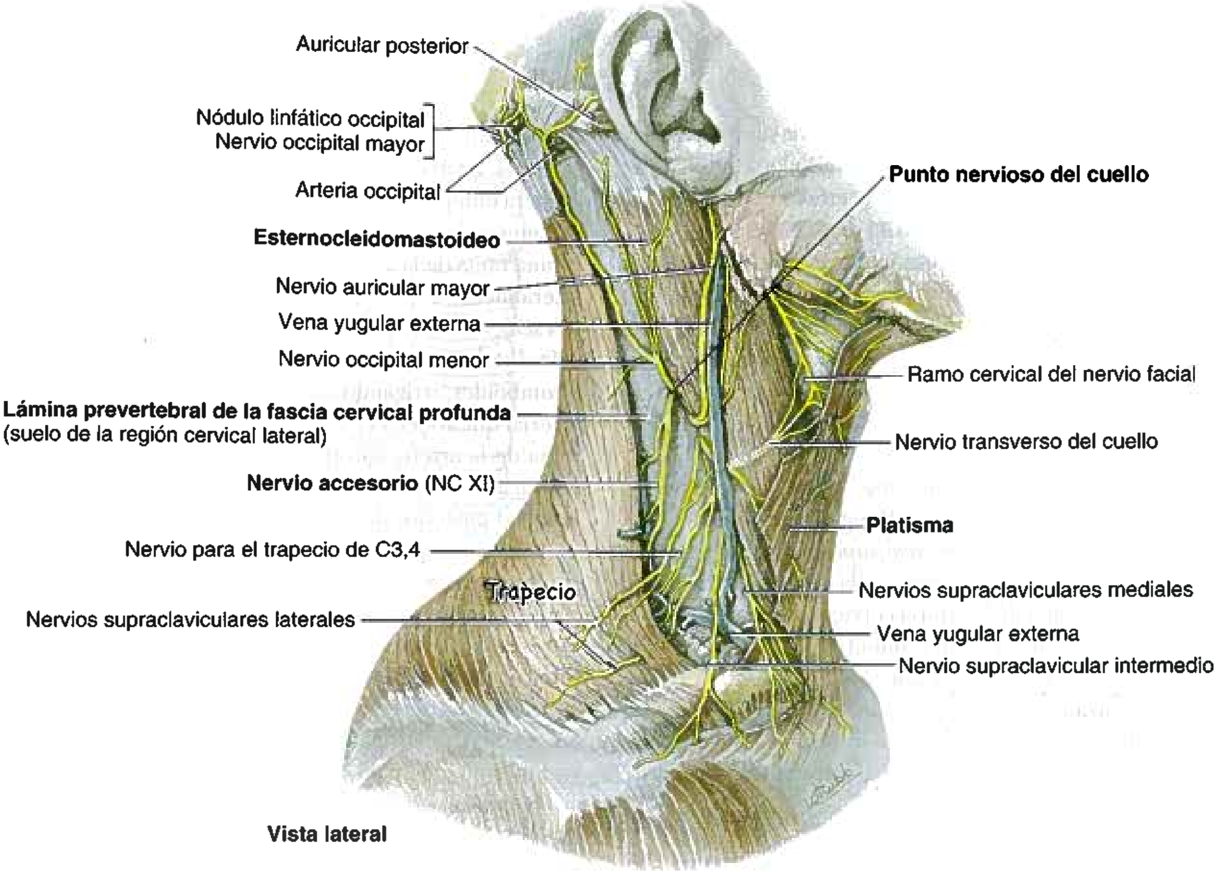

Auricular posterior
Nódulo linfático occipital
Nervio occipital mayor
Arteria occipital
Esternocleidomastoideo
Nervio auricular mayor
Vena yugular externa
Nervio occipital menor
Lámina prevertebral de la fascia cervical profunda
(suelo de la región cervical lateral)
Nervio accesorio (NC XI)
Nervio para el trapecio de C3,4
Trapecio
Nervios supraclaviculares laterales
Punto nervioso del cuello
Ramo cervical del nervio facial
Nervio transverso del cuello
Platisma
Nervios supraclaviculares mediales
Vena yugular externa
Nervio supraclavicular intermedio
Vista lateral

FIGURA 8-8. **Disección superficial de la región cervical lateral.** El tejido subcutáneo y la lámina superficial de la fascia cervical profunda se han retirado, conservando la mayor parte del platisma y de los nervios cutáneos. Entre el trapecio (en la región cervical posterior) y el esternocleidomastoideo, la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda constituye el suelo de la región cervical lateral. El nervio accesorio (NC XI) es el único nervio motor superficial a esta fascia.

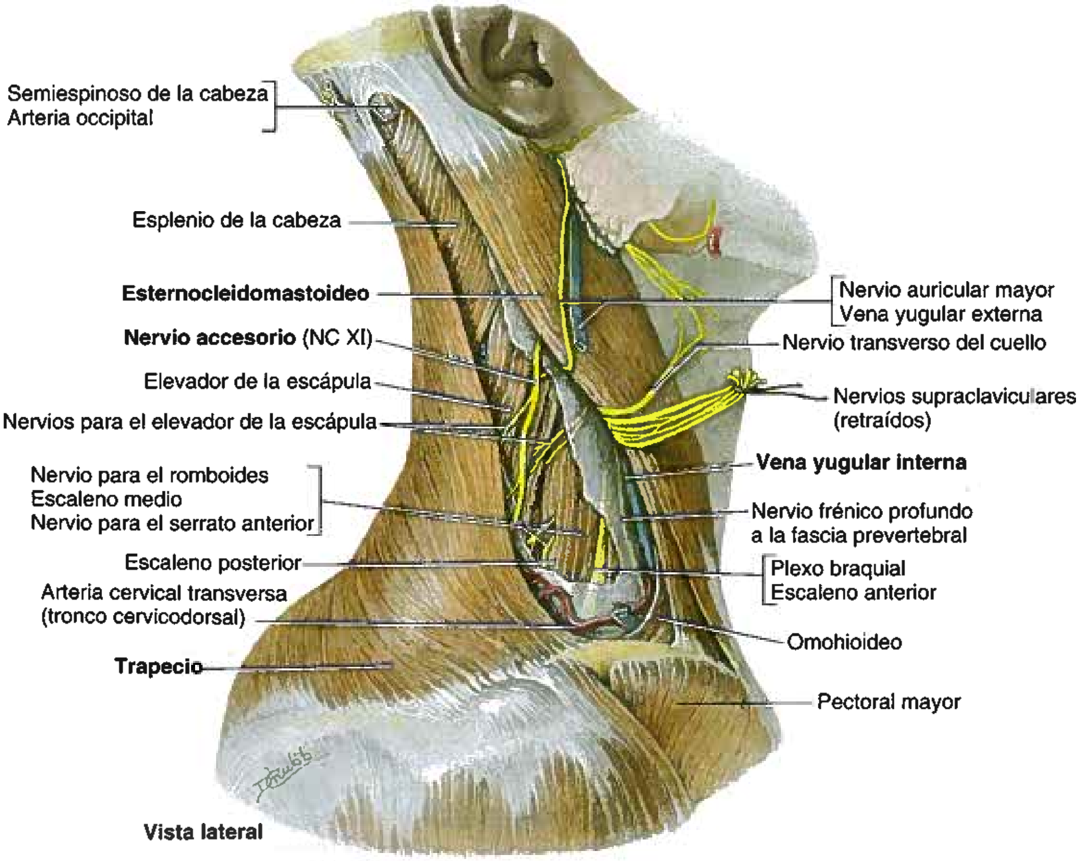

Semiespinoso de la cabeza
Arteria occipital
Esplenio de la cabeza
Esternocleidomastoideo
Nervio accesorio (NC XI)
Elevador de la escápula
Nervios para el elevador de la escápula
Nervio para el romboides
Escaleno medio
Nervio para el serrato anterior
Escaleno posterior
Arteria cervical transversa
(tronco cervicodorsal)
Trapecio
Nervio auricular mayor
Vena yugular externa
Nervio transverso del cuello
Nervios supraclaviculares
(retraídos)
Vena yugular interna
Nervio frénico profundo
a la fascia prevertebral
Plexo braquial
Escaleno anterior
Omohioideo
Pectoral mayor
Vista lateral

FIGURA 8-9. **Disección profunda de la región cervical lateral.** La lámina superficial de la fascia cervical profunda se ha retirado. Aunque el nervio accesorio (NC XI) es superficial a ella, el plexo braquial y los nervios motores de los plexos cervicales discurren profundos a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda que recubre el suelo del triángulo.

(figs. 8-9 a 8-11), habitualmente da lugar a la arteria supraescapular y a la arteria cervical transversa (un tronco cervicodorsal) desde sus caras laterales; sus ramas terminales son la arteria cervical ascendente y la tiroidea inferior (comentado en p. 995).

La **arteria supraescapular** cruza inferolateralmente el músculo escaleno anterior y el nervio frénico (fig. 8-10). Después, cruza la tercera porción de la arteria subclavia y los fascículos del plexo braquial. Luego, pasa posterior a la clavícula para irrigar los músculos de la cara posterior de la escápula. De forma alternativa, la arteria supraescapular puede originarse directamente de la tercera porción de la arteria subclavia.

También originándose lateralmente, la **arteria cervical transversa** (tronco cervicodorsal) (Weiglein *et al.*, 2005) se bifurca de nuevo en la *arteria cervical superficial* (rama superficial de la arteria cervical transversa) y la *arteria dorsal de la escápula* (rama profunda de la arteria cervical transversa). Estas ramas discurren superficial y lateralmente cruzando el nervio frénico y el músculo escaleno anterior, 2-3 cm superior a la clavícula. Luego cruzan o pasan a través de los *troncos del plexo braquial*, dando ramas para sus *vasa nervorum* (vasos sanguíneos de los nervios). La **arteria cervical superficial** pasa profunda (anterior) al trapecio acompañando al nervio accesorio (NC XI). La **arteria dorsal de la escápula** puede originarse de manera independiente, directamente de la tercera (o con menor frecuencia la segunda) porción de la arteria subclavia. Cuando es una rama de la subclavia, la arteria dorsal de la escápula pasa lateralmente a través de los troncos del plexo braquial, anterior al escaleno medio. Independientemente de su origen, su porción distal corre profunda a los músculos elevador de la escápula y romboides, irrigando ambos y participando en la anastomosis arterial que rodea la escápula (cap. 6). La *arteria occipital*, una rama de la arteria carótida externa, entra en la región cervical lateral al nivel de su vértice y asciende por la cabeza para irrigar la mitad posterior del cuero cabelludo (fig. 8-9).

La **tercera porción de la arteria subclavia** irriga el miembro superior. Se inicia superior a la clavícula, aproximadamente a un través de dedo de ella, al otro lado del borde lateral del músculo escaleno anterior. Se encuentra oculta en la porción inferior de la región cervical lateral, posterosuperior a la vena subclavia. La tercera porción de la arteria es la porción más larga y más superficial. Descansa sobre la 1.ª costilla y sus pulsaciones pueden palparse haciendo una presión profunda en el

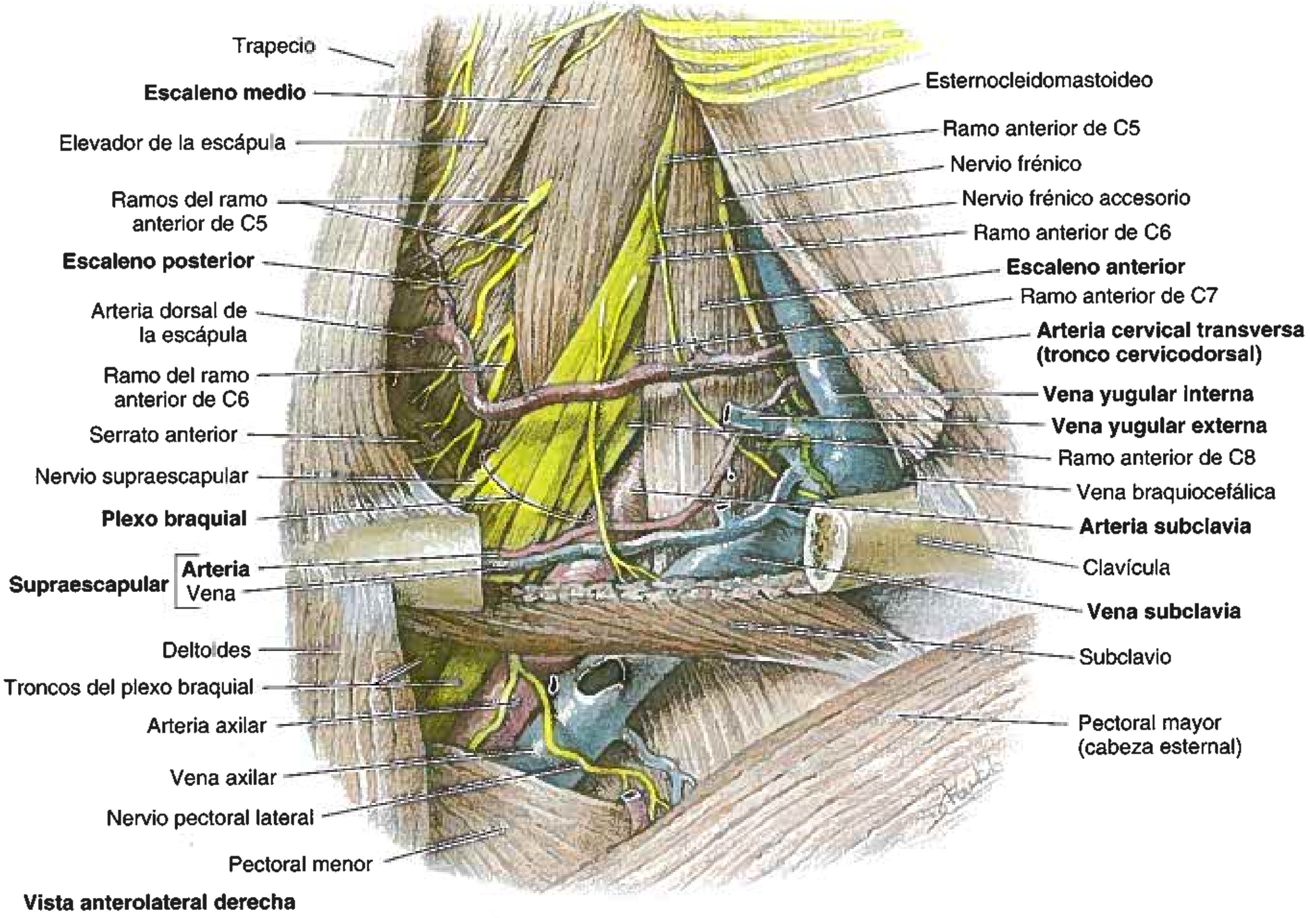

Trapecio
Escaleno medio
Elevador de la escápula
Ramos del ramo anterior de C5
Escaleno posterior
Arteria dorsal de la escápula
Ramo del ramo anterior de C6
Serrato anterior
Nervio supraescapular
Plexo braquial
Supraescapular
Arteria
Vena
Deltoides
Troncos del plexo braquial
Arteria axilar
Vena axilar
Nervio pectoral lateral
Pectoral menor
Vista anterolateral derecha
Esternocleidomastoideo
Ramo anterior de C5
Nervio frénico
Nervio frénico accesorio
Ramo anterior de C6
Escaleno anterior
Ramo anterior de C7
Arteria cervical transversa (tronco cervicodorsal)
Vena yugular interna
Vena yugular externa
Ramo anterior de C8
Vena braquiocefálica
Arteria subclavia
Clavícula
Vena subclavia
Subclavio
Pectoral mayor (cabeza esternal)

FIGURA 8-10. Disección más profunda de la porción inferior de la región cervical lateral. Se han retirado todas las fascias, el músculo omohioideo y la porción clavicular del pectoral mayor para mostrar la vena subclavia y la tercera porción de la arteria subclavia. La vena yugular interna, profunda al esternocleidomastoideo, no se encuentra en la región cervical lateral pero está cerca de ella. El plexo braquial y los vasos subclavios pasan hacia el miembro superior; el nombre de los vasos cambia a *axilares* por debajo de la clavícula en el borde lateral de la 1.ª costilla.

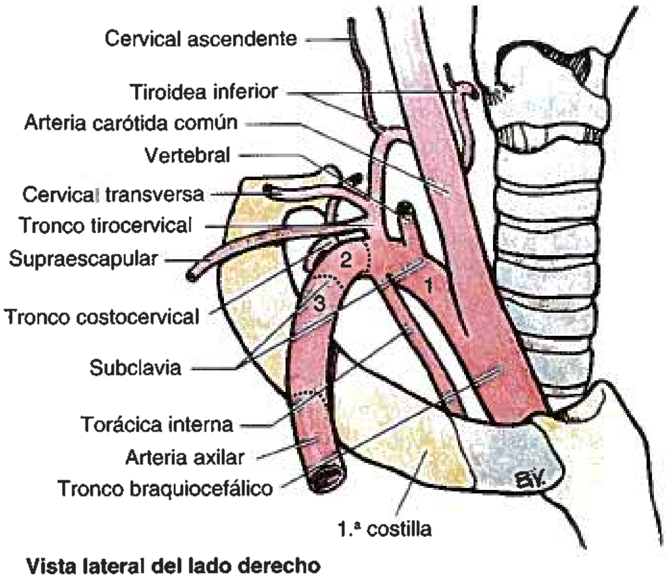

Cervical ascendente
Tiroidea inferior
Arteria carótida común
Vertebral
Cervical transversa
Tronco tirocervical
Supraescapular
Tronco costocervical
Subclavia
Torácica interna
Arteria axilar
Tronco braquiocefálico
1.ª costilla
1
2
3
B.V.
Vista lateral del lado derecho

FIGURA 8-11. Arteria subclavia: porciones y ramas. La arteria subclavia tiene tres porciones: medial (1), posterior (2) y lateral (3) respecto al músculo escaleno anterior. Las arterias cervical transversa y supraescapular se originan ocasionalmente de forma directa (o a través de un tronco común) de la segunda o tercera porción de la arteria subclavia en vez de hacerlo directamente desde el tronco tirocervical, como se muestra aquí, o a través de un tronco cervicodorsal común.

triángulo omoclavicular. La arteria está en contacto con la 1.ª costilla cuando pasa posterior al músculo escaleno anterior; en consecuencia, la compresión de la arteria subclavia contra la costilla puede controlar una hemorragia en el miembro superior. El tronco inferior del plexo braquial se sitúa directamente posterior a la tercera porción de la arteria. Las ramas que se originan ocasionalmente de la tercera porción (arteria supraescapular, arteria dorsal de la escápula) son formas aberrantes de patrones más típicos en los cuales nacen de cualquier localización (del tronco tirocervical a través de un tronco cervicodorsal en particular).

VENAS DE LA REGIÓN CERVICAL LATERAL

La **vena yugular externa** empieza cerca del ángulo de la mandíbula (inmediatamente inferior a la oreja) mediante la unión de la división posterior de la *vena retromandibular* con la *vena auricular posterior* (fig. 8-12). La VYE cruza oblicuamente el ECM, profunda al platisma, y entra en la porción anteroinferior de la región cervical lateral (fig. 8-8). Luego perfora la lámina superficial de la fascia cervical profunda, que forma el techo de esta región al nivel del borde posterior del ECM. La VYE desciende hacia la porción inferior de la región cervical lateral y termina en la vena subclavia (figs. 8-10 y 8-12). Drena la mayoría del cuero cabelludo y el lado de la cara.

La **vena subclavia,** el principal conducto venoso de drenaje del miembro superior, se curva a través de la porción inferior de la región cervical lateral. Pasa anterior al músculo escaleno anterior y al nervio frénico, y se une en el borde medial del músculo con la VYI para formar la **vena braquiocefálica,** posterior a la extremidad esternal de la clavícula. Inmediatamente por encima de la clavícula, la VYE recibe las *venas cervicales transversas (cervicodorsales), supraescapulares* y *yugular anterior.*

NERVIOS DE LA REGIÓN CERVICAL LATERAL

El **nervio accesorio (NC XI)** discurre profundo al ECM y lo inerva antes de entrar en la región cervical lateral al mismo nivel que la unión de los tercios superior y medio del borde posterior del ECM, o bien inferior a ella (figs. 8-8 y 8-9). El nervio pasa posteroinferiormente, en el interior de la fascia superficial de la fascia cervical profunda o profundo a ella, hasta alcanzar el elevador de la escápula, del cual está separado por la lámina prevertebral de la fascia. Luego, el NC XI desaparece profundo al borde anterior del

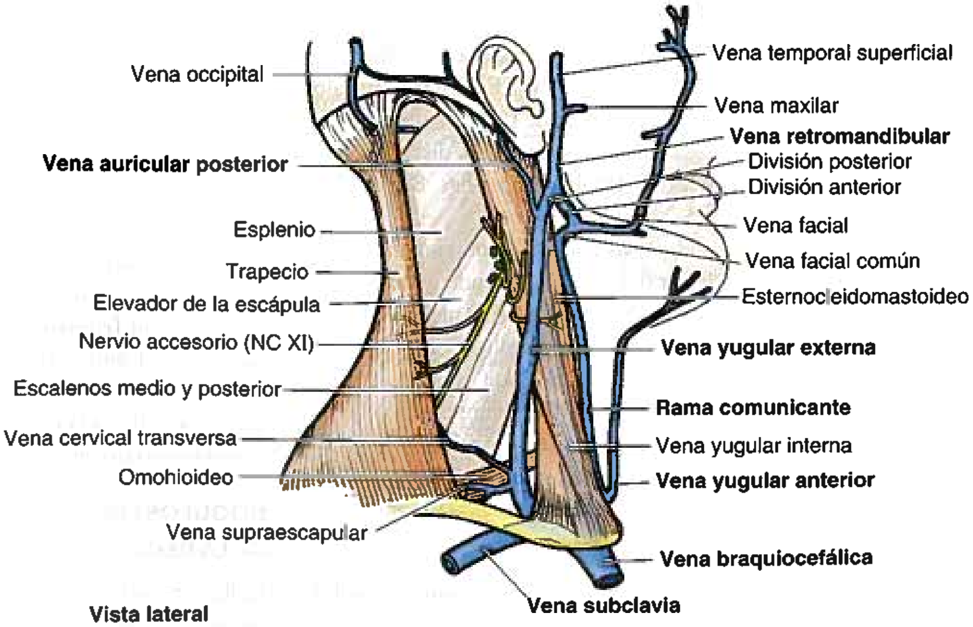

Vena occipital
Vena auricular posterior
Esplenio
Trapecio
Elevador de la escápula
Nervio accesorio (NC XI)
Escalenos medio y posterior
Vena cervical transversa
Omohioideo
Vena supraescapular
Vista lateral
Vena temporal superficial
Vena maxilar
Vena retromandibular
División posterior
División anterior
Vena facial
Vena facial común
Esternocleidomastoideo
Vena yugular externa
Rama comunicante
Vena yugular interna
Vena yugular anterior
Vena braquiocefálica
Vena subclavia

FIGURA 8-12. Venas superficiales del cuello. Las venas temporal superficial y maxilar confluyen formando la vena retromandibular, cuya división posterior se une con la vena auricular posterior para formar la vena yugular externa. La vena facial recibe la división anterior de la vena retromandibular antes de desembocar en la vena yugular interna, profunda al esternocleidomastoideo. Las venas yugulares anteriores pueden localizarse superficiales o profundas a la lámina superficial de la fascia cervical profunda.

trapecio, al nivel de la unión de sus dos tercios superiores con su tercio inferior.

Las **raíces del plexo braquial** (ramos anteriores de C5-8 y T1) aparecen entre los músculos escalenos anterior y medio (fig. 8-10). Los cinco ramos se unen para formar los *tres troncos del plexo braquial*, que descienden inferolateralmente a través de la región cervical lateral. Luego, el plexo pasa entre la 1.ª costilla, la clavícula y el borde superior de la escápula (el *conducto cervicoaxilar*) para entrar en la axila, proporcionando la inervación para la mayor parte del miembro superior (v. cap. 6).

El **nervio supraescapular,** que se origina del tronco superior del *plexo braquial* (no del plexo cervical), discurre lateralmente a través de la región cervical lateral para inervar los músculos supraespinoso e infraespinoso en la cara posterior de la escápula. También proporciona ramos articulares a la articulación del hombro.

Los *ramos anteriores de C1-4* forman las **raíces del plexo cervical** (fig. 8-13). El **plexo cervical** está constituido por una serie irregular de asas nerviosas (primarias), y los ramos se originan en las asas. Cada ramo participante, excepto el primero, se divide en ramos ascendentes y descendentes que se unen con los ramos del nervio espinal adyacente para formar las asas. El plexo cervical se sitúa anteromedial a los músculos elevador de la escápula y escaleno medio, y profundo al ECM. Los ramos superficiales del plexo, que en su inicio discurren posteriormente, son ramos cutáneos (sensitivos) (fig. 8-13A, C y D). Los ramos profundos, que pasan anteromedialmente, son ramos motores e incluyen las *raíces del nervio frénico* (para el diafragma) y el *asa cervical* (fig. 8-13A y B).

La **raíz superior del asa cervical,** que transporta fibras de los nervios espinales C1 y C2, se une brevemente y luego desciende desde el nervio hipogloso (NC XII) en su trayecto por la región cervical lateral (fig. 8-13). La **raíz inferior del asa cervical** se origina de un asa entre los nervios C2 y C3. Las raíces superior e inferior del asa cervical se unen, formando un asa secundaria, el **asa cervical,** constituida por fibras de los nervios espinales C1-3, que se ramifican del asa secundaria para inervar los músculos infrahioideos, incluyendo el *omohioideo*, el *esternotiroideo* y el *esternohioideo* (figs 8-13, 8-14A y 8-15). El cuarto músculo infrahioideo, el *tirohioideo*, recibe fibras de C1, que descienden de forma independiente desde el nervio hipogloso, distal a la raíz superior del asa cervical **(nervio tirohioideo)** (figs. 8-13A y B, y 8-14B).

Los **ramos cutáneos del plexo cervical** emergen alrededor de la mitad del borde posterior del ECM, a menudo denominado **punto nervioso del cuello** (fig. 8-8), e inervan la piel del cuello, la pared torácica superolateral y el cuero cabelludo entre la oreja y la protuberancia occipital externa (fig. 8-13A, C y D). Cerca de su origen, las raíces del plexo cervical reciben ramos comunicantes grises, la mayoría de los cuales descienden desde el gran *ganglio cervical superior*, en la porción superior del cuello.

Los **ramos del plexo cervical** que se originan del asa nerviosa entre los ramos anteriores de C2 y C3 son:

- El **nervio occipital menor** (C2), que inerva la piel del cuello y el cuero cabelludo porterosuperior a la oreja.
- El **nervio auricular mayor** (C2 y C3), que asciende verticalmente a través del ECM oblicuo al polo inferior de la glándula parótida, donde se divide e inerva la piel que cubre —y la vaina que rodea— la glándula, la apófisis mastoides y ambas caras de la oreja y un área de piel que se extiende desde el ángulo de la mandíbula hasta la apófisis mastoides.
- El **nervio transverso del cuello** (C2 y C3), que inerva la piel que cubre la región cervical anterior. El nervio se incurva alrededor de la mitad del borde posterior del ECM, inferiormente al nervio auricular mayor, y pasa anterior y horizontalmente a éste, cruzándolo profundo a la VYE y el platisma, dividiéndose en ramos superiores e inferiores.

Los ramos del plexo cervical que se originan del asa formada por los ramos anteriores de C3 y C4 son los:

- **Nervios supraclaviculares** (C3 y C4), que emergen como un tronco común por debajo del ECM, enviando pequeños ramos a la piel del cuello que cruzan la clavícula e inervan la piel que recubre el hombro.

Además del asa cervical y los nervios frénicos, que se originan de las asas del plexo, los **ramos motores profundos del plexo cervical** incluyen ramos que se originan de las raíces que inervan los romboides (nervio dorsal de la escápula; C4 y C5), el serrato anterior (nervio torácico largo; C5-7) y los músculos prevertebrales próximos.

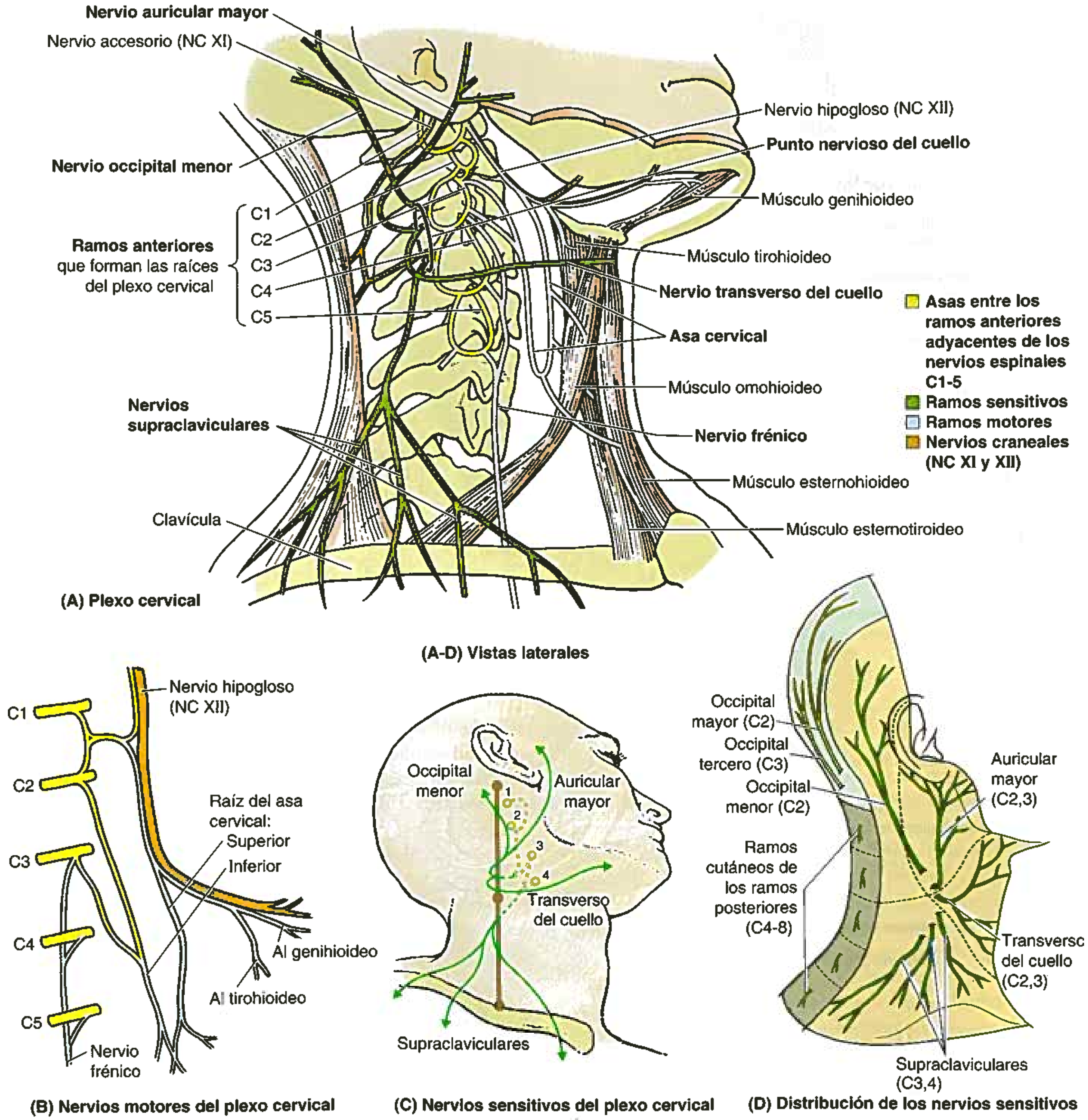
Los **nervios frénicos** se originan principalmente en el nervio C4, aunque reciben contribuciones de los nervios C3 y C5 (figs. 8-10 y 8-13). Los nervios frénicos contienen fibras nerviosas motoras, sensitivas y simpáticas. Estos nervios proporcionan la única inervación motora para el diafragma, y también la sensibilidad para su porción central. En el tórax, cada nervio frénico inerva la pleura mediastínica y el pericardio (v. cap. 1). En el cuello, reciben fibras comunicantes variables de los ganglios simpáticos cervicales o de sus ramos; cada nervio frénico se forma cerca de la porción superior del borde lateral del músculo escaleno anterior, a nivel del borde superior del cartílago tiroides. El nervio frénico desciende oblicuamente con la VYI cruzando el escaleno anterior, profundo a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda y a las arterias cervical transversa y supraescapular.

En el lado izquierdo, el nervio frénico cruza anterior a la primera porción de la arteria subclavia; *en el lado derecho,* se sitúa anterior al músculo escaleno anterior y cruza anterior a la segunda porción de la arteria subclavia. En ambos lados, el nervio frénico discurre posterior a la vena subclavia y anterior a la arteria torácica interna cuando entra en el tórax.

La contribución del nervio C5 al nervio frénico puede derivar de un **nervio frénico accesorio** (fig. 8-10). Frecuentemente es un ramo del nervio subclavio. Cuando existe, el nervio frénico accesorio se sitúa lateral al nervio principal y desciende posterior y a veces anterior a la vena subclavia. El nervio frénico accesorio se une al nervio frénico en la raíz del cuello o en el tórax.

NÓDULOS LINFÁTICOS DE LA REGIÓN CERVICAL LATERAL

La linfa de los tejidos superficiales de la región cervical lateral entra en los **nódulos linfáticos cervicales superficiales** que se sitúan

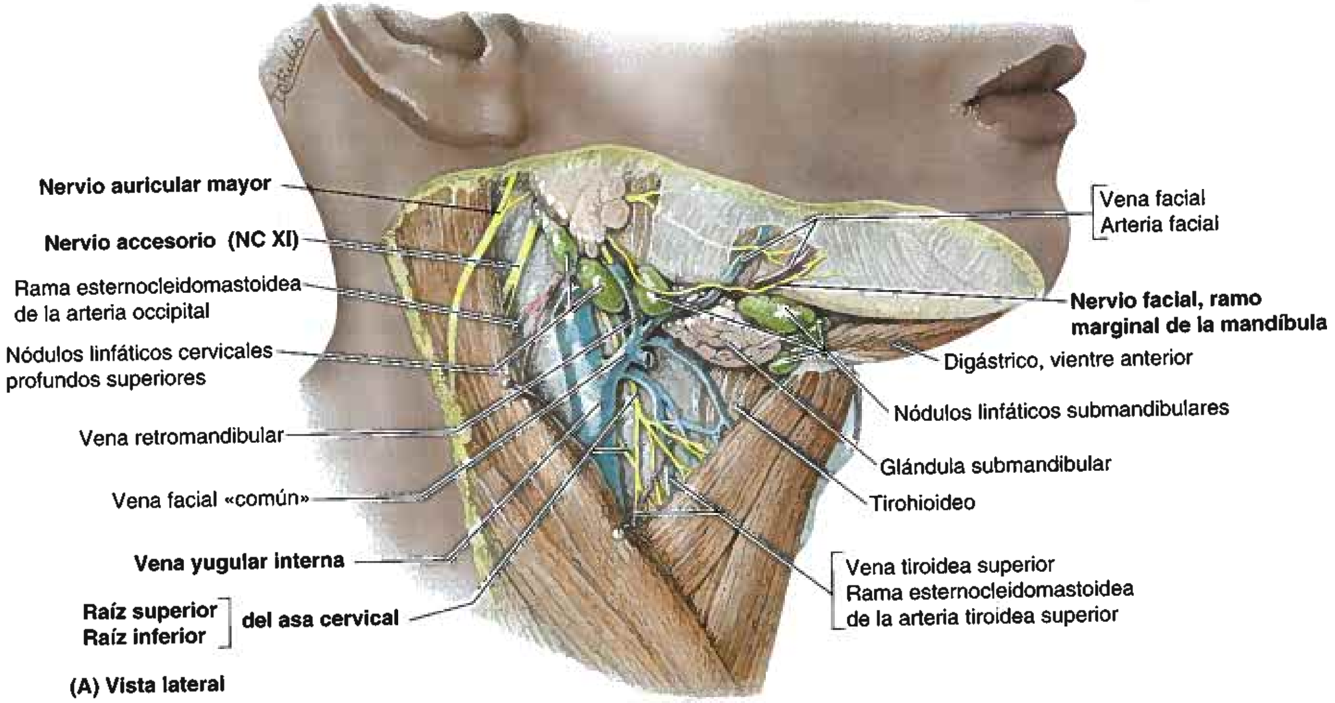

Nervio auricular mayor
Nervio accesorio (NC XI)
Nervio occipital menor
Ramos anteriores que forman las raíces del plexo cervical
C1
C2
C3
C4
C5
Nervios supraclaviculares
Clavícula
Nervio hipogloso (NC XII)
Punto nervioso del cuello
Músculo genihioideo
Músculo tirohioideo
Nervio transverso del cuello
Asa cervical
Músculo omohioideo
Nervio frénico
Músculo esternohioideo
Músculo esternotiroideo
🟨 Asas entre los ramos anteriores adyacentes de los nervios espinales C1-5
🟩 Ramos sensitivos
☐ Ramos motores
🟧 Nervios craneales (NC XI y XII)
(A) Plexo cervical
(A-D) Vistas laterales
C1
C2
C3
C4
C5
Nervio hipogloso (NC XII)
Raíz del asa cervical:
Superior
Inferior
Al genihioideo
Al tirohioideo
Nervio frénico
Occipital menor
Auricular mayor
1
2
3
4
Transverso del cuello
Supraclaviculares
Occipital mayor (C2)
Occipital tercero (C3)
Occipital menor (C2)
Ramos cutáneos de los ramos posteriores (C4-8)
Auricular mayor (C2,3)
Transverso del cuello (C2,3)
Supraclaviculares (C3,4)

(B) Nervios motores del plexo cervical

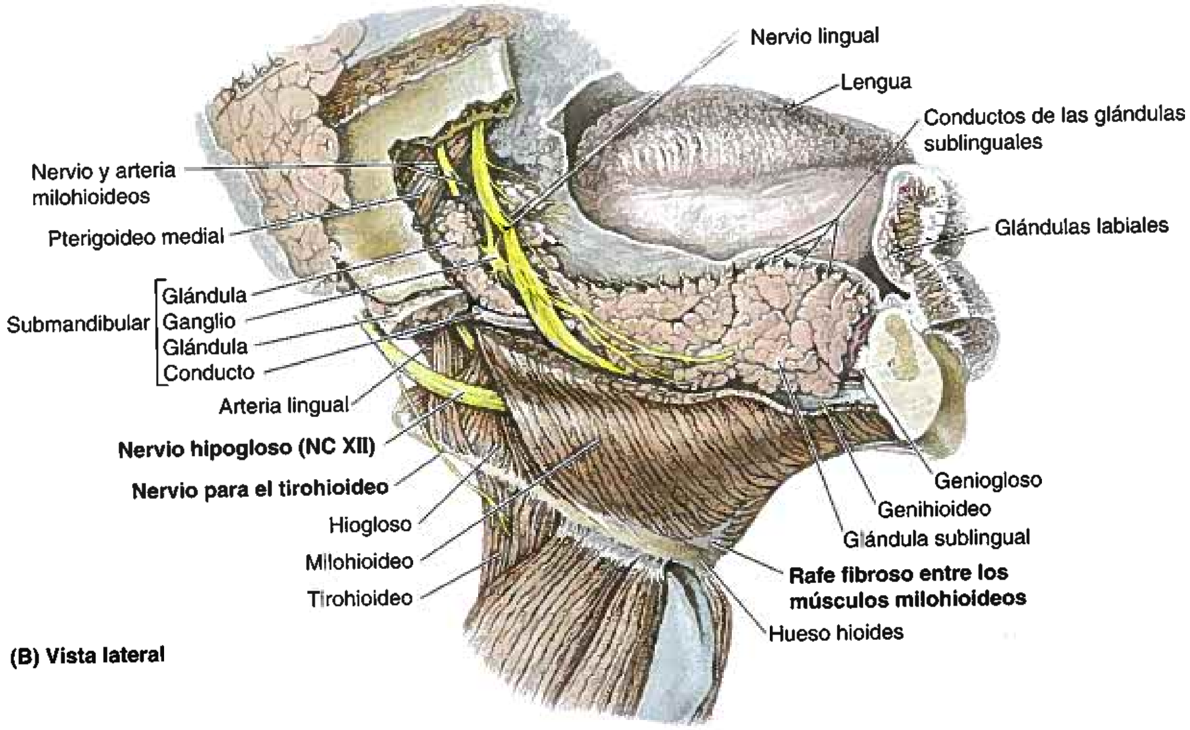
(C) Nervios sensitivos del plexo cervical

(D) Distribución de los nervios sensitivos

FIGURA 8-13. **Plexo nervioso cervical. A a C.** El plexo está constituido por asas nerviosas formadas entre los ramos anteriores adyacentes de los primeros cuatro nervios cervicales y los ramos grises comunicantes que reciben del ganglio simpático cervical superior (no se muestra aquí) (fig. 8-25A). De las asas del plexo se originan nervios motores **(B)** y sensitivos **(C)**. El asa cervical **(A, B)** es un asa de segundo nivel, cuya rama superior se origina del asa entre las vértebras C1 y C2, pero viaja inicialmente con el nervio hipogloso (NC XII), que no forma parte del plexo cervical. **D.** Se muestran las áreas de piel inervadas por los nervios sensitivos (cutáneos) del plexo cervical (derivados de los ramos anteriores) y por los ramos posteriores de los nervios espinales cervicales.


Nervio auricular mayor
Nervio accesorio (NC XI)
Rama esternocleidomastoidea de la arteria occipital
Nódulos linfáticos cervicales profundos superiores
Vena retromandibular
Vena facial «común»
Vena yugular interna
Raíz superior
Raíz inferior
del asa cervical
Vena facial
Arteria facial
Nervio facial, ramo marginal de la mandíbula
Digástrico, vientre anterior
Nódulos linfáticos submandibulares
Glándula submandibular
Tirohioideo
Vena tiroidea superior
Rama esternocleidomastoidea de la arteria tiroidea superior

(A) Vista lateral


Nervio lingual
Lengua
Conductos de las glándulas sublinguales
Glándulas labiales
Nervio y arteria milohioideos
Pterigoideo medial
Submandibular
Glándula
Ganglio
Glándula
Conducto
Arteria lingual
Nervio hipogloso (NC XII)
Nervio para el tirohioideo
Hiogloso
Milohioideo
Tirohioideo
Geniogloso
Genihioideo
Glándula sublingual
Rafe fibroso entre los músculos milohioideos
Hueso hioides

(B) Vista lateral

FIGURA 8-14. Disecciones de las regiones cervical anterior y suprahioidea. A. Esta disección superficial del cuello muestra la glándula y los nódulos linfáticos submandibulares. **B.** En esta disección de la región suprahioidea se han retirado la mitad derecha de la mandíbula y la porción superior del músculo milohioideo. La superficie seccionada del milohioideo va siendo progresivamente más delgada conforme avanzamos anteriormente.

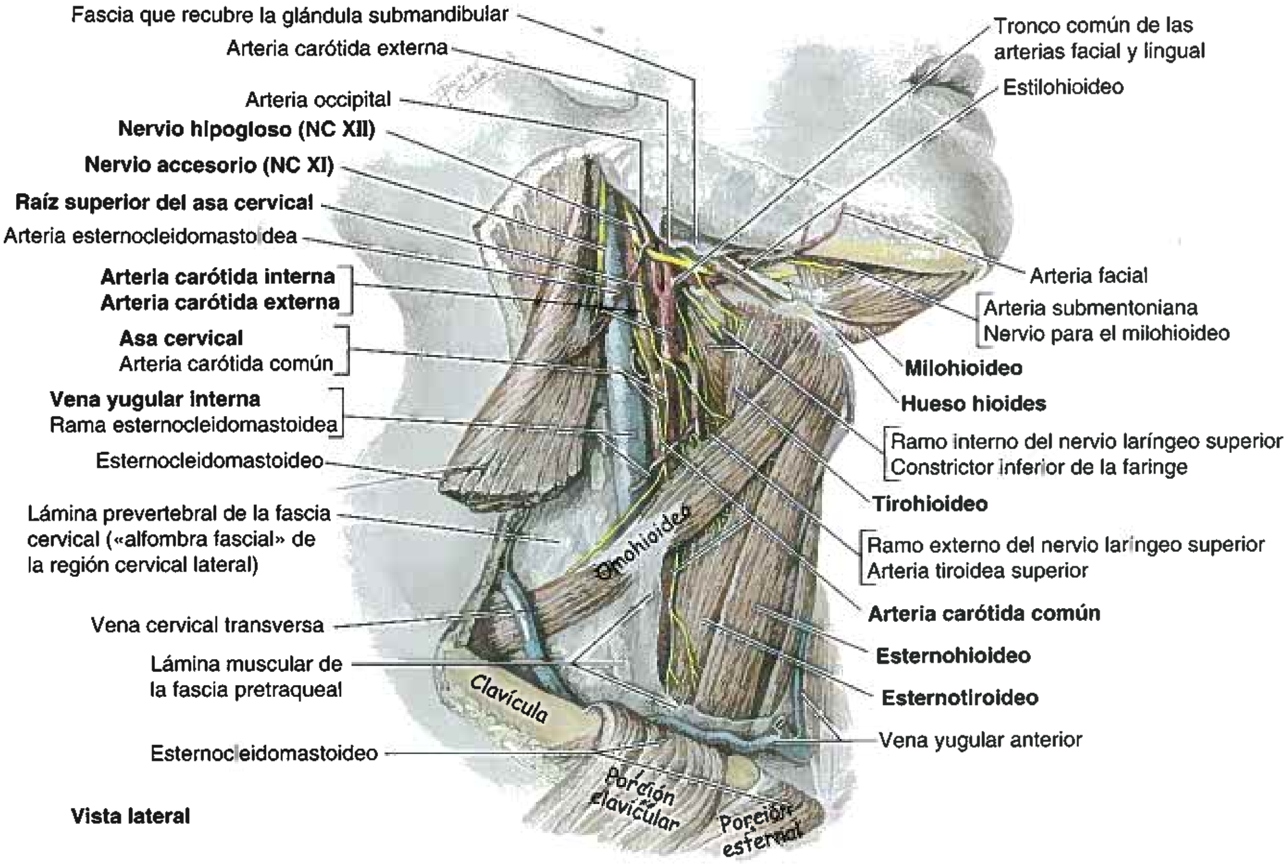

Fascia que recubre la glándula submandibular
Arteria carótida externa
Arteria occipital
Nervio hipogloso (NC XII)
Nervio accesorio (NC XI)
Raíz superior del asa cervical
Arteria esternocleidomastoidea
Arteria carótida interna
Arteria carótida externa
Asa cervical
Arteria carótida común
Vena yugular interna
Rama esternocleidomastoidea
Esternocleidomastoideo
Lámina prevertebral de la fascia cervical («alfombra fascial» de la región cervical lateral)
Vena cervical transversa
Lámina muscular de la fascia pretraqueal
Esternocleidomastoideo
Vista lateral
Omohioideo
Clavícula
Porción clavicular
Porción esternal
Tronco común de las arterias facial y lingual
Estilohioideo
Arteria facial
Arteria submentoniana
Nervio para el milohioideo
Milohioideo
Hueso hioides
Ramo interno del nervio laríngeo superior
Constrictor inferior de la faringe
Tirohioideo
Ramo externo del nervio laríngeo superior
Arteria tiroidea superior
Arteria carótida común
Esternohioideo
Esternotiroideo
Vena yugular anterior

FIGURA 8-15. Disección profunda de la región cervical anterior. Se han retirado la vena facial común y sus tributarias, mostrando arterias y nervios, incluyendo el asa cervical y sus ramos para los músculos infrahioideos. Las arterias facial y lingual en este individuo se originan de un tronco común que pasa profundo a los músculos estilohioideo y digástrico para entrar en el triángulo submandibular.

a lo largo de la VYE por encima del ECM. Los vasos eferentes procedentes de estos nódulos drenan en los **nódulos linfáticos cervicales profundos,** que forman una cadena a lo largo del trayecto de la VYI que está embebida en la fascia de la vaina carotídea (figs. 8-4B y 8-14A).

Región cervical anterior

La **región cervical anterior** (triángulo anterior) (tabla 8-1) posee:

- Un *límite anterior* formado por la línea media del cuello.
- Un *límite posterior* formado por el borde anterior del ECM.
- Un *límite superior* formado por el borde inferior de la mandíbula.
- Un *vértice* localizado en la escotadura yugular en el manubrio del esternón.
- Un *techo* formado por el tejido subcutáneo que contiene el platisma.
- Un *suelo* formado por la faringe, la laringe y la glándula tiroides.

Para una localización más precisa de las estructuras, la región cervical anterior está subdividida en cuatro triángulos más pequeños por los músculos digástrico y omohioideo: el triángulo impar submentoniano y tres pequeños triángulos pares —submandibular, carotídeo y muscular.

El **triángulo submentoniano,** inferior al mentón, es un área suprahioidea limitada inferiormente por el cuerpo del hioides y lateralmente por los vientres anteriores de los músculos digástricos derecho e izquierdo. El suelo del triángulo submentoniano está formado por los dos músculos milohioideos, que se unen en un **rafe fibroso** medio (fig. 8-14B). El vértice del triángulo submentoniano está en la **sínfisis mandibular,** el punto de unión de las dos mitades de la mandíbula durante la lactancia. Su base está formada por el hioides (fig. 8-16). Este triángulo contiene varios pequeños **nódulos linfáticos submentonianos** y pequeñas vénulas que se unen para formar la *vena yugular anterior* (fig. 8-15).

El **triángulo submandibular** es un área glandular entre el borde inferior de la mandíbula y los vientres anterior y posterior del músculo digástrico (fig. 8-14A). El suelo del triángulo submandibular está formado por los músculos milohioideo e hiogloso, y por el constrictor medio de la faringe. La **glándula submandibular** ocupa casi todo el triángulo (fig. 8-12B). (Debido a su asociación funcional con la boca, y a su asociación anatómica con el suelo de la boca, la glándula y su conducto se describen en el capítulo 7.)

A cada lado de la glándula submandibular y a lo largo del borde inferior de la mandíbula se sitúan los **nódulos linfáticos submandibulares**. El *nervio hipogloso* (NC XII) proporciona inervación motora a los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua. Pasa por el triángulo submandibular, al igual que el *nervio milohioideo*

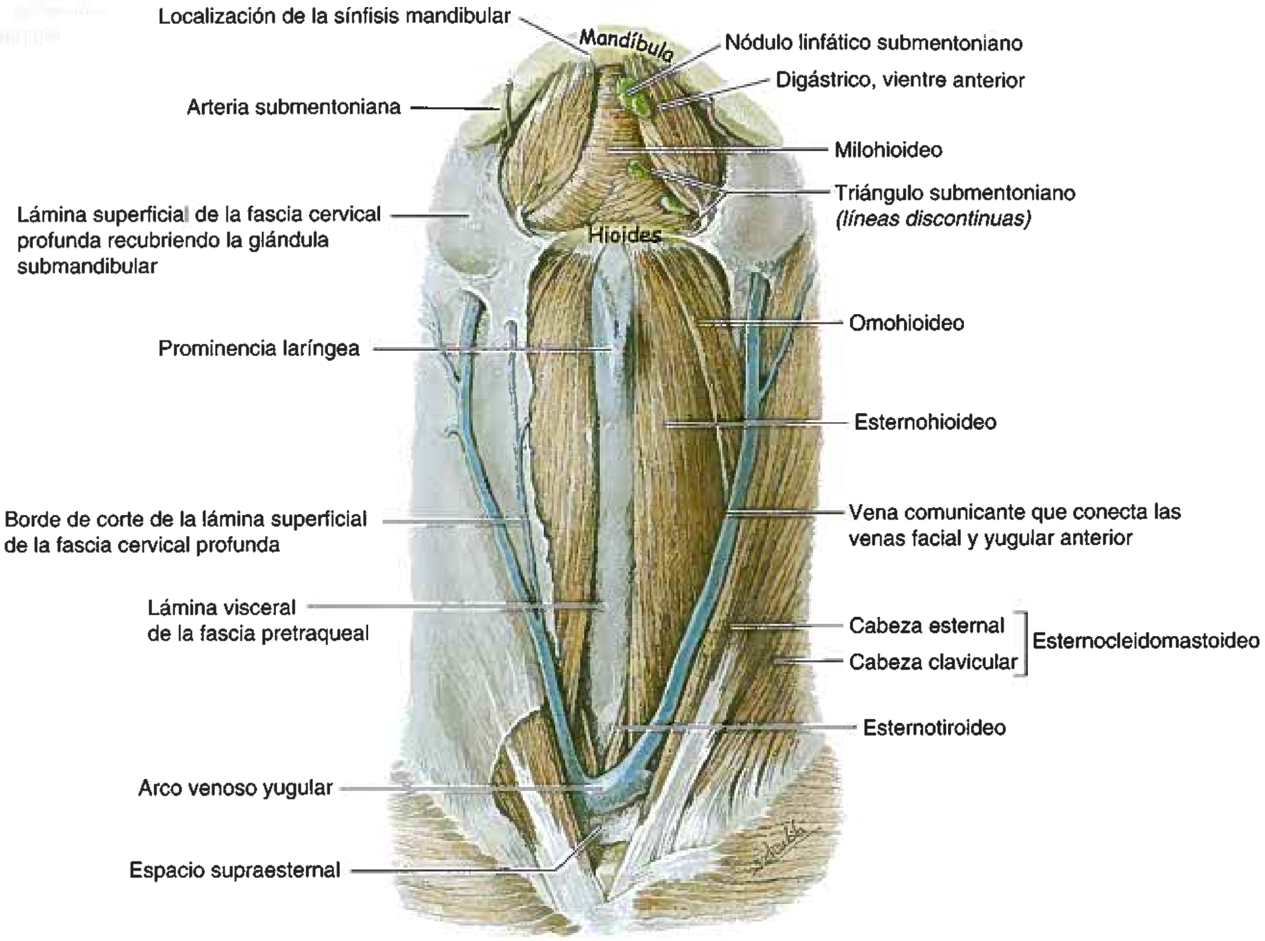

Localización de la sínfisis mandibular
Mandíbula
Nódulo linfático submentoniano
Digástrico, vientre anterior
Arteria submentoniana
Milohioideo
Triángulo submentoniano (líneas discontinuas)
Lámina superficial de la fascia cervical profunda recubriendo la glándula submandibular
Hioides
Omohioideo
Prominencia laríngea
Esternohioideo
Borde de corte de la lámina superficial de la fascia cervical profunda
Vena comunicante que conecta las venas facial y yugular anterior
Lámina visceral de la fascia pretraqueal
Cabeza esternal
Cabeza clavicular
Esternocleidomastoideo
Esternotiroideo
Arco venoso yugular
Espacio supraesternal

FIGURA 8-16. **Disección superficial de la región cervical anterior.** El triángulo submentoniano limita inferiormente con el cuerpo del hioides y lateralmente con los vientres anteriores derecho e izquierdo de los músculos digástricos. El suelo de este triángulo está formado por los dos músculos milohioideos y el rafe que hay entre ellos (no se muestra aquí) (fig. 8-14B).

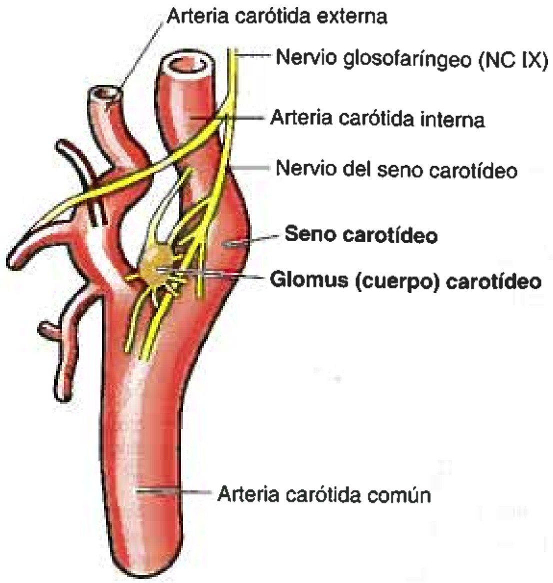
(un ramo del NC V_3, que también inerva el vientre anterior del músculo digástrico), porciones de la *arteria* y la *vena faciales* y la *arteria submentoniana* (una rama de la arteria facial) (figs. 8-14 y 8-15).

El **triángulo carotídeo** es un área vascular limitada por el vientre superior del omohioideo, el vientre posterior del digástrico y el borde anterior del ECM (figs. 8-14A y 8-15). Este triángulo es importante porque la **arteria carótida común** asciende por él. Su pulso puede auscultarse o palparse comprimiéndola ligeramente contra las apófisis transversas de las vértebras cervicales. A nivel del borde superior del cartílago tiroides, la arteria carótida común se divide en las *arterias carótidas interna* y *externa* (figs. 8-15, 8-17 y 8-19). Dentro del triángulo carotídeo se localizan:

- El **seno carotídeo:** una pequeña dilatación de la porción proximal de la arteria carótida interna, que puede incluir la arteria carótida común. Inervado principalmente por el nervio glosofaríngeo (NC IX) a través del **nervio del seno carotídeo,** así como por el nervio vago (NC X), es un *barorreceptor* (receptor de presión) que reacciona a los cambios de la tensión arterial.
- El **glomus (cuerpo) carotídeo:** una masa pequeña de tejido de forma ovoide y color marrón rojizo en vivo, que se sitúa en el lado medial (profundo) de la bifurcación de la arteria carótida común, en íntima relación con el seno carotídeo (fig. 8-17). Inervado principalmente por el nervio del seno carotídeo (NC IX) y por el NC X, es un *quimiorreceptor* que controla la concentración de oxígeno en la sangre. Bajas concentraciones de oxígeno en sangre lo estimulan e inicia un reflejo que incrementa la frecuencia y la profundidad de la respiración, la frecuencia cardíaca y la tensión arterial.

Las estructuras vasculonerviosas del triángulo carotídeo están rodeadas por la *vaina carotídea:* las arterias carótidas medialmente, la *vena yugular interna* lateralmente y el *nervio vago* posteriormente (fig. 8-4B). Superiormente, la carótida común es sustituida por la arteria carótida interna. El *asa cervical* normalmente se sitúa sobre (o está rodeada por) la cara anterolateral de la vaina (fig. 8-15). Muchos *nódulos linfáticos cervicales profundos* se sitúan a lo largo de la vaina carotídea y la VYI.

El **triángulo muscular** está limitado por el vientre superior del músculo omohioideo, el borde anterior del ECM y el plano medio del cuello. Este triángulo contiene los *músculos* y vísceras (p. ej., las glándulas tiroides y paratiroides) *infrahioideos.*



Vista medial de la arteria carótida derecha

FIGURA 8-17. Glomus (cuerpo) carotídeo y seno carotídeo. Este pequeño cuerpo epitelioide se localiza en la bifurcación de la arteria carótida común. Se muestran también el seno carotídeo y la red asociada de fibras sensitivas del nervio glosofaríngeo (NC IX).

MÚSCULOS DE LA REGIÓN CERVICAL ANTERIOR

En la porción anterolateral del cuello, el *hioides* proporciona inserciones para los músculos suprahioideos, superiormente, y para los músculos infrahioideos, inferiormente. Estos **músculos hioideos** fijan o mueven el hioides y la laringe (figs. 8-15, 8-16 y 8-18). A efectos descriptivos, se dividen en músculos suprahioideos e infrahioideos, cuyas inserciones, inervación y acciones principales se presentan en la tabla 8-3.

Los **músculos suprahioideos** se localizan superiores al hueso hioides y lo conectan con el cráneo (figs. 8-14 a 8-16, y 8-18; tabla 8-3). El grupo de músculos suprahioideos incluye los *músculos milohioideo, genihioideo, estilohioideo* y *digástrico.* Como grupo, estos músculos constituyen la masa muscular del suelo de la boca y sostienen el hueso hioides, con lo que proporcionan una base para las funciones de la lengua y elevan el hueso hioides y la laringe para la deglución y la producción del tono de voz. Cada **músculo digástrico** tiene dos vientres unidos por un **tendón intermedio,** que desciende hacia el hueso hioides. Un **asa fibrosa** derivada de la lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda permite al tendón deslizarse anterior y posteriormente, ya que lo conecta al cuerpo y al asta mayor del hueso hioides.

La diferente inervación de los vientres anterior y posterior de los músculos digástricos es consecuencia de su diferente origen embrionario a partir del 1.º y el 2.º arcos faríngeos, respectivamente. El NC V inerva a los derivados del 1.er arco y el NC VII inerva los del 2.º arco.

Los **músculos infrahioideos,** frecuentemente denominados *músculos acintados* debido a su apariencia de cinta, se encuentran inferiores al hioides (figs. 8-14 y 8-18; tabla 8-3). Estos cuatro músculos fijan el hueso hioides, el esternón, la clavícula y la escápula, y descienden el hueso hioides y la laringe durante la deglución y el habla. También actúan con los músculos suprahioideos para estabilizar el hueso hioides, proporcionando una base firme a la lengua. El grupo de músculos infrahioideos se dispone en dos planos: un *plano superficial,* constituido por el esternohioideo y el omohioideo, y un *plano profundo,* compuesto por el esternotiroideo y el tirohioideo.

Al igual que el digástrico, el **omohioideo** posee dos vientres (superior e inferior) unidos por un *tendón intermedio.* La banda fascial para el tendón intermedio conecta con la clavícula.

El **esternotiroideo** es más ancho que el **esternohioideo,** bajo el que se encuentra. El esternotiroideo cubre el lóbulo lateral de la glándula tiroides. Su inserción en la *línea oblicua* de la lámina del cartílago tiroides, inmediatamente superior a la glándula, limita la expansión superior del tiroides hipertrofiado (v. el cuadro azul «Aumento de tamaño de la glándula tiroides», p. 1042). El **tirohioideo** parece ser la continuación del músculo esternotiroideo, que discurre superiormente desde la línea oblicua del cartílago tiroides hasta el hioides.

ARTERIAS DE LA REGIÓN CERVICAL ANTERIOR

La región cervical anterior contiene el **sistema arterial carotídeo,** compuesto por la arteria carótida común y sus ramas terminales, las arterias carótidas interna y externa. También contiene la VYI y sus tributarias, y las venas yugulares anteriores (figs. 8-19 y 8-20). La arteria carótida común y una de sus ramas terminales, la *arteria carótida externa,* son los principales vasos arteriales del triángulo carotídeo. En el triángulo carotídeo también se originan ramas de la carótida externa (p. ej., la arteria tiroidea superior). Cada *arteria carótida común* asciende dentro de la *vaina carotídea* junto con la VYI y el nervio vago, hasta el nivel del borde superior del cartílago tiroides. Ahí, cada arteria carótida común se divide finalmente en las arterias carótidas interna y externa. La *arteria carótida interna* no tiene ramas en el cuello; la arteria carótida externa tiene varias.

La **arteria carótida común derecha** empieza en la bifurcación del *tronco braquiocefálico.* La arteria subclavia derecha es la otra rama de este tronco. Desde el arco de la aorta, la **arteria carótida común izquierda** asciende por el cuello. En consecuencia, la arteria carótida común izquierda tiene un trayecto de aproximadamente 2 cm por el mediastino superior antes de entrar en el cuello.

Las **arterias carótidas internas** son la continuación directa de las arterias carótidas comunes por encima del origen de la arteria carótida externa, a la altura del límite superior del cartílago tiroides. La porción proximal de cada arteria carótida interna es donde se localiza el *seno carotídeo,* ya descrito previamente en este capítulo (figs. 8-17 y 8-19). El *glomus (cuerpo) carotídeo* se localiza en la hendidura entre las arterias carótidas interna y externa. Las arterias carótidas internas entran en el cráneo a través de los *conductos carotídeos* de las porciones petrosas de los huesos temporales, y se convierten en las principales arterias del encéfalo y de las estructuras de las órbitas (v. cap. 7). A nivel del cuello no se desprende ninguna rama con nombre de las arterias carótidas internas.

Las **arterias carótidas externas** irrigan la mayoría de las estructuras externas al cráneo; la órbita y parte de la frente, y el

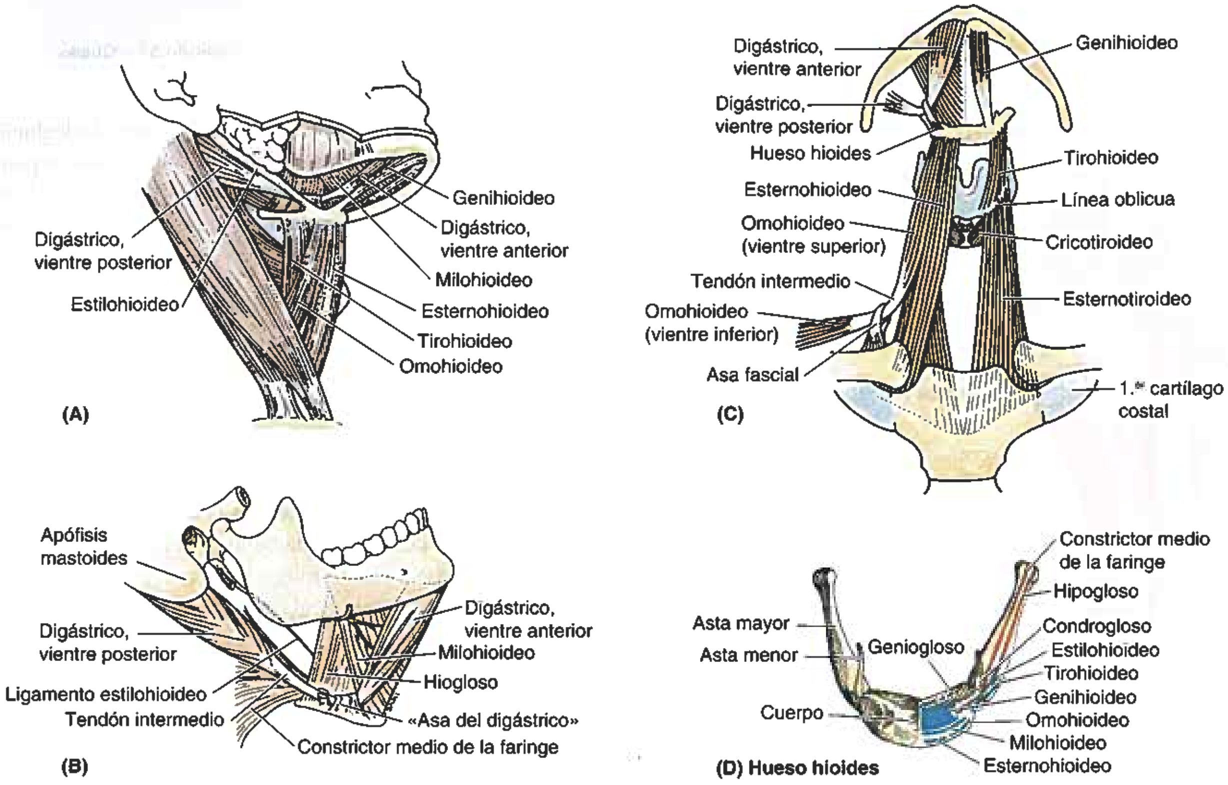

Genihioideo
Digástrico, vientre anterior
Milohioideo
Esternohioideo
Tirohioideo
Omohioideo
Digástrico, vientre posterior
Estilohioideo
(A)
Digástrico, vientre anterior
Digástrico, vientre posterior
Hueso hioides
Esternohioideo
Omohioideo (vientre superior)
Tendón intermedio
Omohioideo (vientre inferior)
Asa fascial
Genihioideo
Tirohioideo
Línea oblicua
Cricotiroideo
Esternotiroideo
1.er cartílago costal
(C)
Apófisis mastoides
Digástrico, vientre posterior
Ligamento estilohioideo
Tendón intermedio
Digástrico, vientre anterior
Milohioideo
Hiogloso
«Asa del digástrico»
Constrictor medio de la faringe
(B)
Asta mayor
Asta menor
Cuerpo
Geniogloso
Constrictor medio de la faringe
Hipogloso
Condrogloso
Estilohioideo
Tirohioideo
Genihioideo
Omohioideo
Milohioideo
Esternohioideo
(D) Hueso hioides

FIGURA 8-18. Músculos de la región cervical anterior.

TABLA 8-3. MÚSCULOS DE LA REGIÓN CERVICAL ANTERIOR (MÚSCULOS EXTRÍNSECOS DE LA LARINGE)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción(es) principal(es)
Músculos suprahioideos				
Milohioideo	Línea milohioidea de la mandíbula	Rafe milohioideo y cuerpo del hioides	Nervio milohioideo, ramo del nervio alveolar inferior (del nervio mandibular, NC V_3)	Eleva el hioides, el suelo de la boca y la lengua durante la deglución y el habla
Genihioideo	Espina mentoniana inferior de la mandíbula	Cuerpo del hioides	C1 a través del nervio hipogloso (NC XII)	Tira del hioides anterosuperiormente; acorta el suelo de la boca; ensancha la faringe
Estilohioideo	Apófisis estiloides del hueso temporal		Ramo estilohioideo (preparatiroideo) del nervio facial (NC VII)	Eleva y retrae el hioides, alargando así el suelo de la boca
Digástrico	*Vientre anterior:* fosa digástrica de la mandíbula	Tendón intermedio en el cuerpo y asta mayor del hioides	Nervio milohioideo, ramo del nervio alveolar inferior	Junto con los músculos infrahioideos, desciende la mandíbula contra resistencia; eleva y fija el hioides durante la deglución y el habla
	Vientre posterior: escotadura mastoidea del hueso temporal		Ramo digástrico del nervio facial (NC VII)	
Músculos infrahioideos				
Esternohioideo	Manubrio del esternón y extremidad esternal de la clavícula	Cuerpo del hioides	C1-3 mediante un ramo del asa cervical	Desciende el hioides, tras la elevación, durante la deglución
Omohioideo	Borde superior de la escápula cerca de la escotadura de la escápula	Borde inferior del hioides		Desciende, retrae y fija el hioides
Esternotiroideo	Cara posterior del manubrio del esternón	Línea oblicua del cartílago tiroides	C2 y C3 mediante un ramo del asa cervical	Desciende el hioides y la laringe
Tirohioideo	Línea oblicua del cartílago tiroides	Borde inferior del cuerpo y asta mayor del hioides	C1 a través del nervio hipogloso (NC XII)	Desciende el hioides y eleva la laringe

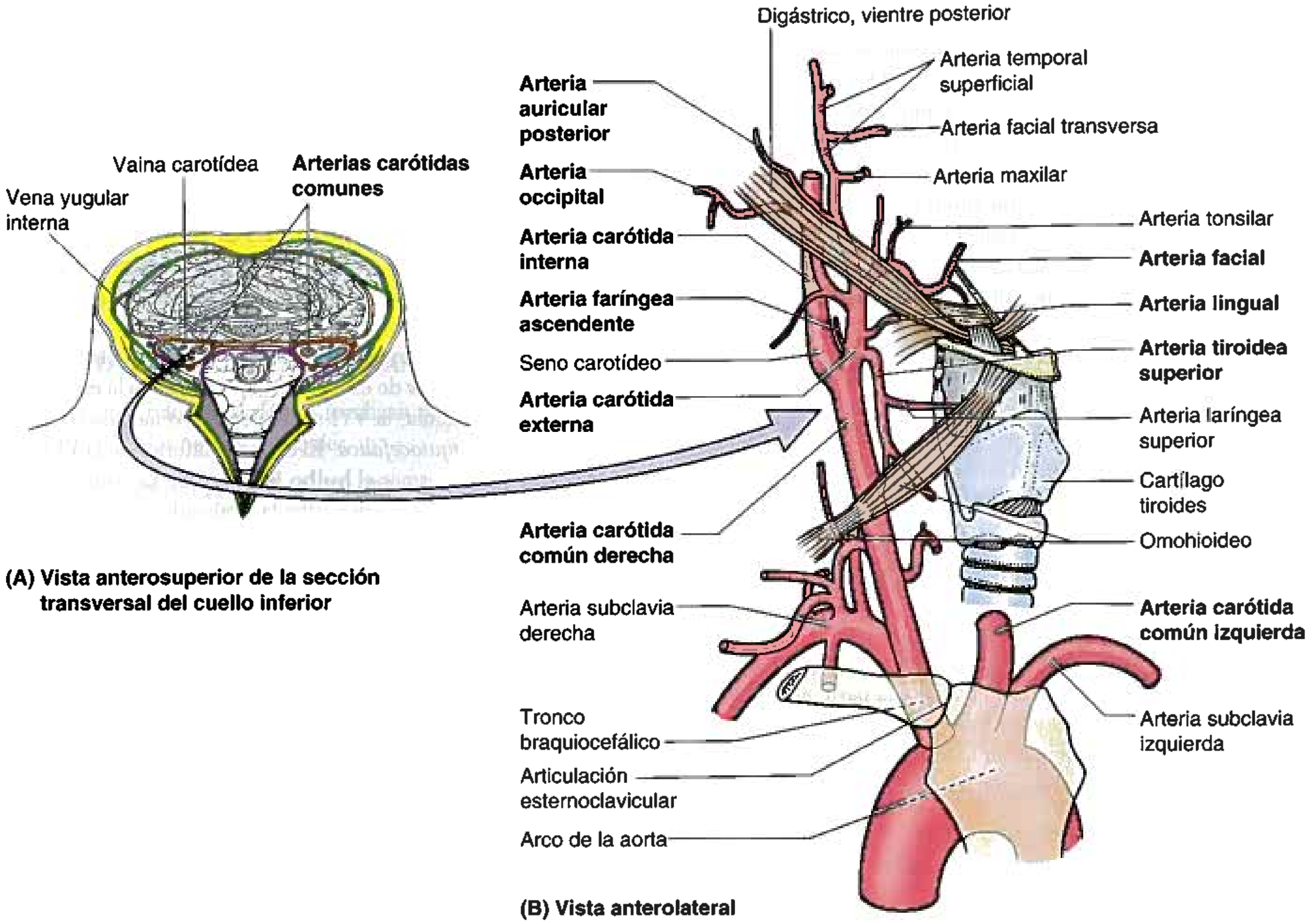

Vaina carotídea
Arterias carótidas comunes
Vena yugular interna
(A) Vista anterosuperior de la sección transversal del cuello inferior
Digástrico, vientre posterior
Arteria temporal superficial
Arteria facial transversa
Arteria maxilar
Arteria auricular posterior
Arteria occipital
Arteria carótida interna
Arteria faríngea ascendente
Seno carotídeo
Arteria carótida externa
Arteria carótida común derecha
Arteria subclavia derecha
Tronco braquiocefálico
Articulación esternoclavicular
Arco de la aorta
Arteria tonsilar
Arteria facial
Arteria lingual
Arteria tiroidea superior
Arteria laríngea superior
Cartílago tiroides
Omohioideo
Arteria carótida común izquierda
Arteria subclavia izquierda
(B) Vista anterolateral

FIGURA 8-19. **Arterias subclavia y carótida con sus ramas. A.** Se muestran las posiciones de las vainas carotídeas. **B.** Los músculos (vientre posterior del digástrico y omohioideo) indican los límites superior e inferior del triángulo carotídeo.

cuero cabelludo, irrigadas por la arteria supraorbitaria, son las excepciones más notables. Presenta, además, una cierta distribución profunda (p. ej., la arteria meníngea media). Cada arteria carótida externa discurre posterosuperiormente por la región entre el cuello de la mandíbula y el lóbulo de la oreja, donde está rodeada por la glándula parótida y termina por dividirse en dos ramas: la *arteria maxilar* y la *arteria temporal superficial* (fig. 8-19). Antes de estas ramas terminales, seis arterias se originan de la arteria carótida externa:

1. La **arteria faríngea ascendente** se origina como la primera o segunda rama de la arteria carótida externa y es su única rama medial. Asciende sobre la faringe, profunda (medial) a la arteria carótida interna, y proporciona ramas a la faringe, los músculos prevertebrales, el oído medio y las meninges craneales.
2. La **arteria occipital** se origina en la cara posterior de la arteria carótida externa, superior al origen de la arteria facial. Pasa posteriormente, inmediatamente medial y paralela a la inserción del vientre posterior del músculo digástrico en el **surco occipital** del hueso temporal, y termina dividiéndose en múltiples ramas en la porción posterior del cuero cabelludo. A lo largo de su recorrido pasa superficial a la arteria carótida interna y a los NC IX a XI.
3. La **arteria auricular posterior,** una pequeña rama posterior de la arteria carótida externa, que normalmente es la última rama preterminal. Asciende posteriormente entre el conducto auditivo externo y la apófisis mastoides para irrigar los músculos adyacentes, la glándula parótida, el nervio facial y estructuras del hueso temporal, la oreja y el cuero cabelludo.
4. La **arteria tiroidea superior,** la más inferior de las tres ramas anteriores de la arteria carótida externa, que discurre anteroinferiormente profunda a los músculos infrahioideos hasta alcanzar la glándula tiroides. Además de irrigar esta glándula, proporciona ramas para los músculos infrahioideos y el ECM, y da origen a la *arteria laríngea superior*, que irriga la laringe.
5. La **arteria lingual** se origina en la cara anterior de la arteria carótida externa, donde se sitúa sobre el músculo constrictor medio de la faringe. Se arquea superoanteriormente y pasa profunda al nervio hipogloso (NC XII), al músculo estilohioideo y al vientre posterior del músculo digástrico. Desaparece profunda al músculo hiogloso, proporcionando ramas para la porción posterior de la lengua. A continuación gira superiormente al nivel del borde anterior de este músculo y se bifurca en las arterias lingual profunda y sublingual.

6. La **arteria facial** se origina anteriormente en la arteria carótida externa, ya sea junto con la arteria lingual o inmediatamente superior a ella (figs. 8-15 y 8-19). Después de dar lugar a la *arteria palatina ascendente* y a una *rama tonsilar* (v. capítulo 7), la arteria facial pasa superiormente bajo los músculos digástrico y estilohioideo y el ángulo de la mandíbula. Se curva anteriormente y entra por un surco profundo en la glándula submandibular, a la que irriga. Luego da origen a la arteria submentoniana para el suelo de la boca y se curva alrededor de la porción media del borde inferior de la mandíbula para entrar en la cara.

Regla mnemotécnica para las seis ramas de la arteria carótida: 1-2-3 —una rama se origina medialmente (faríngea ascendente), dos ramas se originan posteriormente (occipital y auricular posterior), y tres ramas se originan anteriormente (tiroidea superior, lingual y facial).

VENAS DE LA REGIÓN CERVICAL ANTERIOR

La mayoría de las venas de la región cervical anterior son tributarias de la VYI, normalmente la vena más grande del cuello (figs. 8-15 y 8-20). La VYI drena sangre del encéfalo, la parte anterior de la cara, las vísceras cervicales y los músculos profundos del cuello. Empieza en el agujero yugular en la fosa craneal posterior como continuación directa del seno sigmoideo (v. cap. 7).

Desde una dilatación en su origen, el **bulbo superior de la vena yugular interna,** la vena desciende en la *vaina carotídea* (fig. 8-19A), acompañando a la arteria carótida interna, superior a la bifurcación carotídea, y la arteria carótida común y el NC X inferiormente (fig. 8-20). La vena se sitúa lateral dentro de la vaina, con el nervio localizado posteriormente.

El *tronco simpático cervical* se sitúa posterior a la vaina carotídea. Aunque se encuentra en estrecha relación con ella, el tronco no está dentro de la vaina carotídea; por el contrario, está rodeado por la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda. La VYI abandona la región cervical anterior pasando profunda al ECM. El extremo inferior de la vena pasa profundo al espacio entre las cabezas esternal y clavicular de este músculo. Posterior a la extremidad esternal de la clavícula, la VYI se une con la vena subclavia para formar la *vena braquiocefálica.* El extremo inferior de la VYI también se dilata para formar el **bulbo inferior de la vena yugular interna.** Este bulbo tiene una válvula bicúspide que permite que la sangre fluya hacia el corazón e impide su retorno hacia la vena, lo cual puede ocurrir si se invierte (p. ej., haciendo el pino o cuando se aumenta la presión intratorácica).

Las tributarias de la VYI son el seno petroso inferior y las venas facial y lingual (habitualmente mediante un tronco común), faríngeas y tiroideas superior y media. Normalmente, la **vena occipital** drena en el *plexo venoso suboccipital,* drenado a su vez por la vena cervical profunda y la vena vertebral, aunque también puede hacerlo en la VYI.

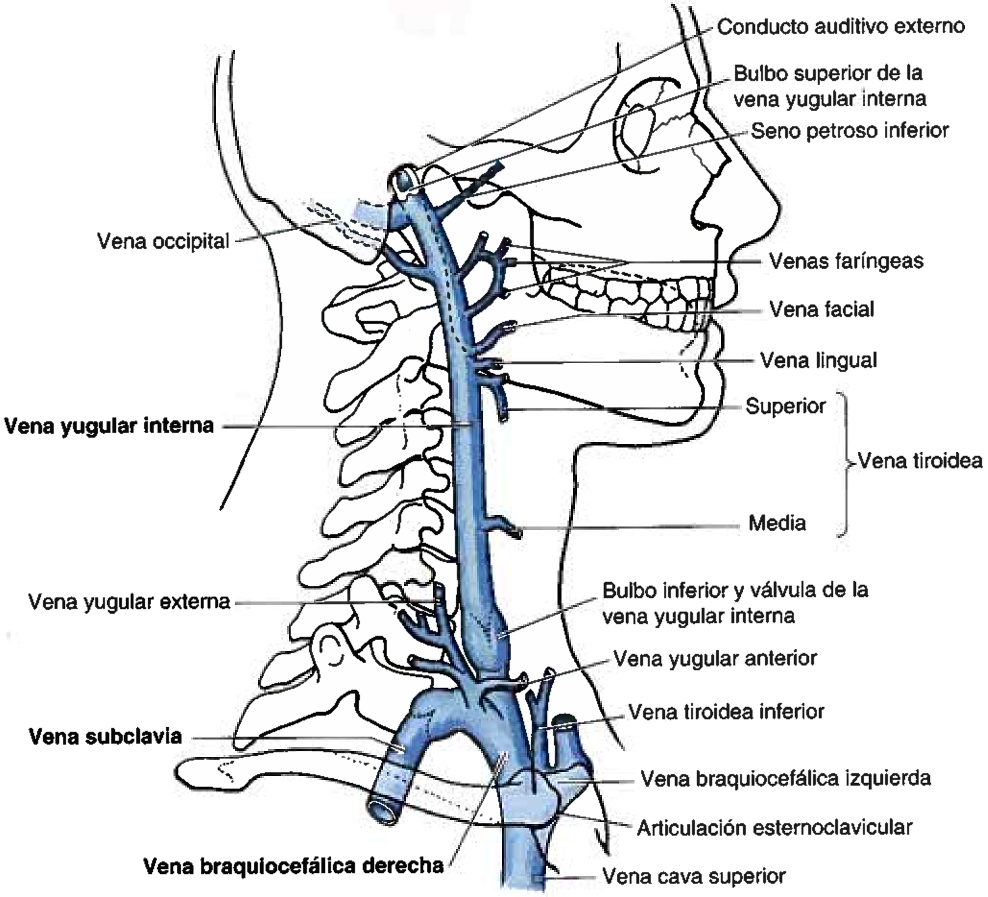

Conducto auditivo externo
Bulbo superior de la vena yugular interna
Seno petroso inferior
Vena occipital
Venas faríngeas
Vena facial
Vena lingual
Superior
Vena tiroidea
Media
Vena yugular interna
Vena yugular externa
Bulbo inferior y válvula de la vena yugular interna
Vena yugular anterior
Vena tiroidea inferior
Vena subclavia
Vena braquiocefálica izquierda
Articulación esternoclavicular
Vena braquiocefálica derecha
Vena cava superior

FIGURA 8-20. Vena yugular interna. Es la principal estructura venosa del cuello. Se origina como una continuación del seno sigmoideo (seno venoso de la duramadre) en forma de S. En su descenso por el cuello va incluida dentro de la vaina carotídea. Termina a la altura de la vértebra T1, superiormente a la articulación esternoclavicular, al unirse a la vena subclavia para formar la vena braquiocefálica. Una gran válvula cerca de su final impide el reflujo de sangre.

El **seno petroso inferior** abandona el cráneo a través del agujero yugular y entra en el bulbo superior de la VYI. La *vena facial* desemboca en la VYI frente o inmediatamente inferior a la altura del hioides. La vena facial puede recibir las venas tiroidea superior, lingual o sublingual. Las *venas linguales* forman una única vena desde la lengua, que desemboca en la VYI a la altura del origen de la arteria lingual. Las *venas faríngeas* se originan del plexo venoso de la pared faríngea y desembocan dentro de la VYI al nivel del ángulo de la mandíbula (fig. 8-20). Las venas tiroideas superior y media salen de la glándula tiroides y drenan en la VYI.

NERVIOS DE LA REGIÓN CERVICAL ANTERIOR

En la región cervical anterior se localizan varios nervios, incluyendo ramos de los nervios craneales.

- El **nervio transverso del cuello** (C2 y C3) inerva la piel que cubre la región cervical anterior. Este nervio ha sido descrito previamente con el plexo cervical en este capítulo (figs. 8-8 y 8-13).
- El **nervio hipogloso** (NC XII), el nervio motor de la lengua, entra en el triángulo submandibular profundo al vientre posterior del músculo digástrico para inervar los músculos intrínsecos y cuatro de los cinco músculos extrínsecos de la lengua (figs. 8-13A, 8-15 y 8-21). El nervio pasa entre la carótida externa y los vasos yugulares, proporcionando la raíz superior del asa cervical y luego un ramo para el músculo genihioideo (fig. 8-13). En ambos casos, el ramo transporta sólo fibras del nervio espinal C1, que se unen en su porción proximal; en estos ramos no se transportan fibras del hipogloso (v. detalles en cap. 9).
- Ramos de los nervios **glosofaríngeo** (NC IX) y **vago** (NC X) en los triángulos submandibular y carotídeo (figs. 8-15 y 8-21). El NC IX está relacionado principalmente con la lengua y la faringe. En el cuello, el NC X da lugar a ramos faríngeos, laríngeos y cardíacos.

Anatomía de superficie de las regiones cervicales y los triángulos del cuello

La piel del cuello es delgada y flexible. El tejido conectivo subcutáneo contiene el *platisma*, una capa delgada de músculo estriado que asciende hacia la cara (fig. 8-22A). Sus fibras pueden ser visibles, especialmente en personas delgadas, solicitándoles que contraigan los músculos platisma intentando aflojar un collar ceñido.

El *esternocleidomastoideo* es la principal referencia muscular del cuello. Define la *región esternocleidomastoidea* y divide el cuello en regiones cervicales anterior y lateral (fig. 8-22B). Este músculo extenso y prominente es fácil de observar y palpar en toda su longitud a medida que discurre superolateralmente desde el *esternón* y la *clavícula*. Su inserción superior en la *apófisis mastoides* es palpable posterior al lóbulo de la oreja. Podremos explorar el ECM si pedimos al paciente que rote la cabeza hacia el lado contralateral y eleve el mentón. En este estado de contracción, los límites anterior y posterior del músculo se definen claramente.

La *escotadura yugular* en el manubrio es la fosa que se forma entre las cabezas esternales de los ECM (fig. 8-22C y D). El *espacio supraesternal* y el *arco venoso yugular* se localizan por encima de esta escotadura (fig. 8-16). La *fosa supraclavicular menor*, entre las cabezas esternal y clavicular del ECM, cubre el extremo inferior de la VYI (fig. 8-22B y D). En este punto puede accederse a ella con una aguja o un catéter (v. el cuadro azul «Punción de la vena yugular interna», p. 1011).

La *vena yugular externa* discurre verticalmente y cruza el ECM en dirección al *ángulo de la mandíbula* (fig. 8-22D). Esta vena puede ser prominente, especialmente si está distendida, por ejemplo cuando solicitamos al paciente que respire profundamente y

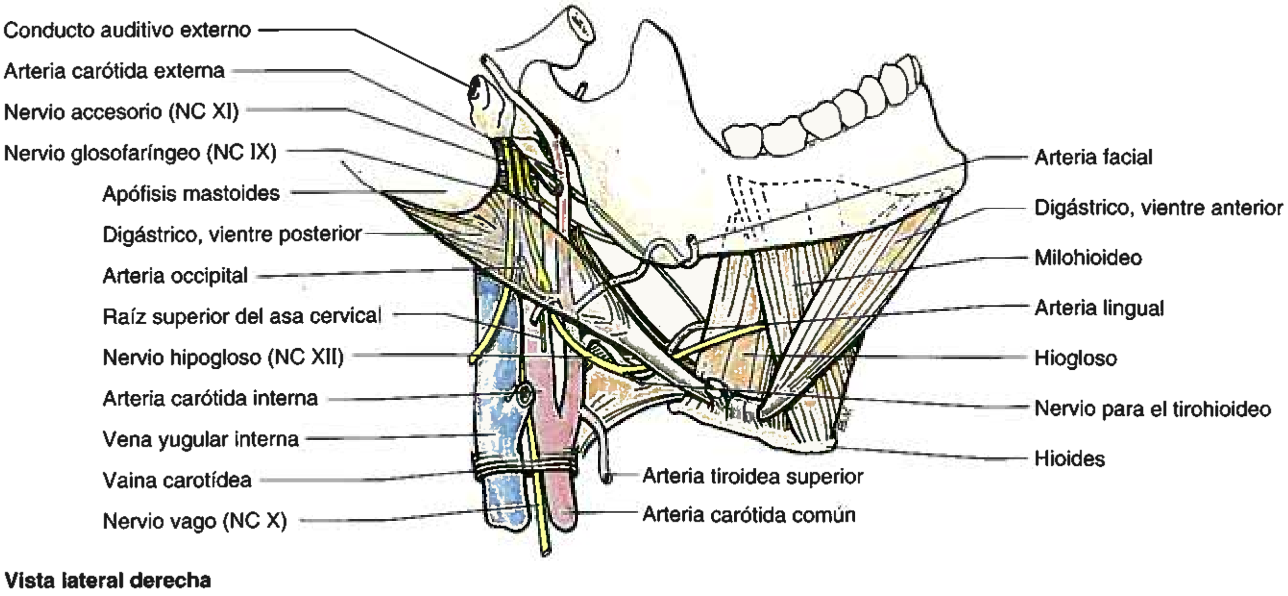

Conducto auditivo externo
Arteria carótida externa
Nervio accesorio (NC XI)
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Apófisis mastoides
Digástrico, vientre posterior
Arteria occipital
Raíz superior del asa cervical
Nervio hipogloso (NC XII)
Arteria carótida interna
Vena yugular interna
Vaina carotídea
Nervio vago (NC X)
Vista lateral derecha
Arteria tiroidea superior
Arteria carótida común
Arteria facial
Digástrico, vientre anterior
Milohioideo
Arteria lingual
Hiogloso
Nervio para el tirohioideo
Hioides

FIGURA 8-21. Relaciones de los nervios y los vasos para los músculos suprahioideos de la región cervical anterior. El vientre posterior del músculo digástrico, que discurre desde la apófisis mastoides hasta el hioides, ocupa una posición superficial y clave en el cuello.

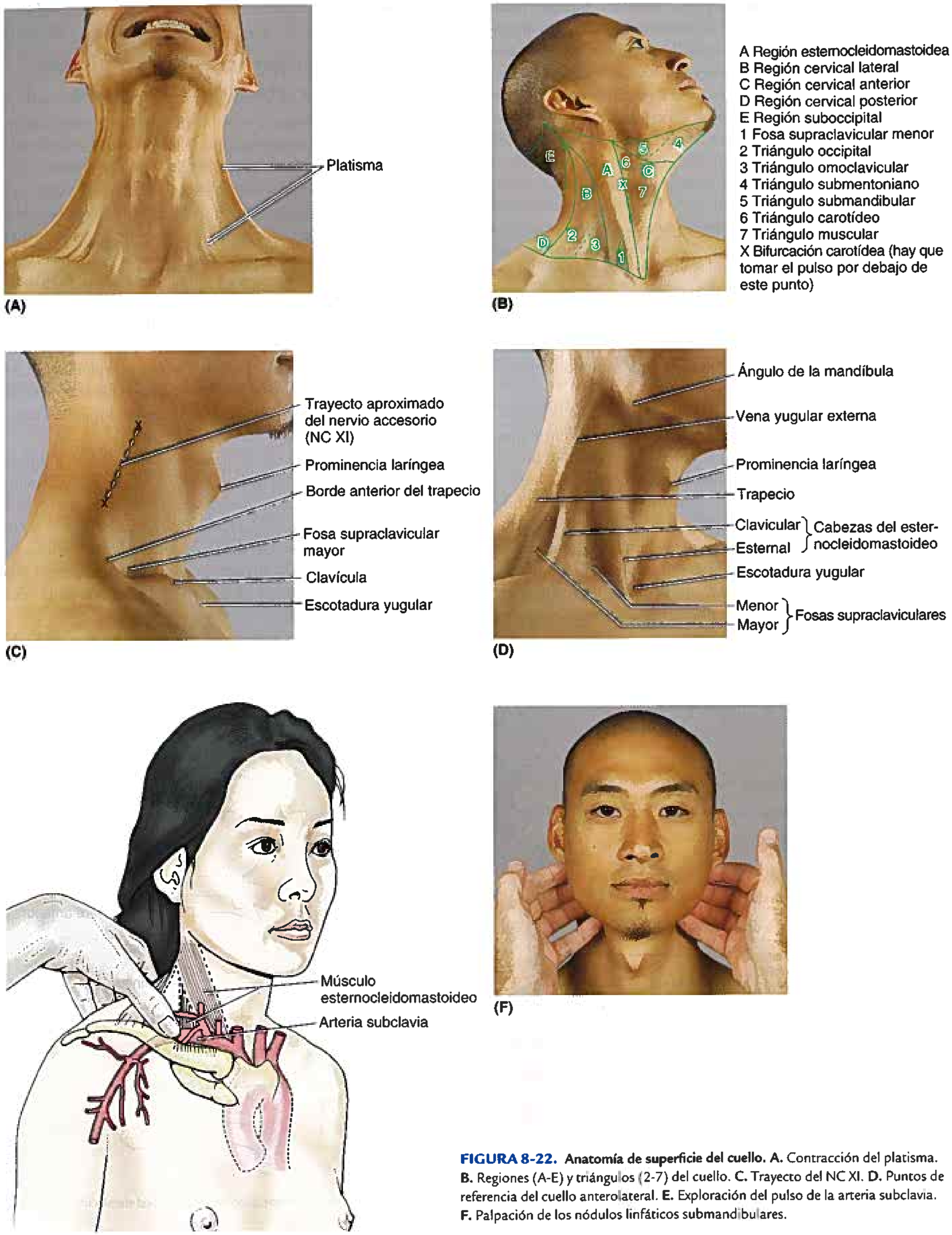

Platisma
(A)
A Región esternocleidomastoidea
B Región cervical lateral
C Región cervical anterior
D Región cervical posterior
E Región suboccipital
1 Fosa supraclavicular menor
2 Triángulo occipital
3 Triángulo omoclavicular
4 Triángulo submentoniano
5 Triángulo submandibular
6 Triángulo carotídeo
7 Triángulo muscular
X Bifurcación carotídea (hay que tomar el pulso por debajo de este punto)
E
A
6
5
4
C
B
X
7
D
2
3
1
(B)
Trayecto aproximado del nervio accesorio (NC XI)
Prominencia laríngea
Borde anterior del trapecio
Fosa supraclavicular mayor
Clavícula
Escotadura yugular
(C)
Ángulo de la mandíbula
Vena yugular externa
Prominencia laríngea
Trapecio
Clavicular
Esternal
Cabezas del esternocleidomastoideo
Escotadura yugular
Menor
Mayor
Fosas supraclaviculares
(D)
Músculo esternocleidomastoideo
Arteria subclavia
(F)

FIGURA 8-22. **Anatomía de superficie del cuello. A.** Contracción del platisma. **B.** Regiones (A-E) y triángulos (2-7) del cuello. **C.** Trayecto del NC XI. **D.** Puntos de referencia del cuello anterolateral. **E.** Exploración del pulso de la arteria subclavia. **F.** Palpación de los nódulos linfáticos submandibulares.

mantenga la respiración, espirando contra resistencia (*maniobra de Valsalva*), o aplicando una presión suave sobre la porción inferior de la vena. Estas acciones impiden el retorno venoso al lado derecho del corazón. La VYE es menos aparente en niños y mujeres de mediana edad, dado que su tejido subcutáneo tiende a ser más grueso que en los varones.

El nervio auricular mayor discurre paralelo a la VYE, aproximadamente un través de dedo por detrás de la vena. El plexo cervical se sitúa profundo a la mitad superior del ECM, mientras que la VYI, la arteria carótida común y el nervio vago de la vaina carotídea se encuentran profundos a la mitad inferior del ECM (fig. 8-21).

El *trapecio*, que define la *región cervical posterior*, puede observarse y palparse si solicitamos al paciente que eleve los hombros contra resistencia (fig. 8-22B a D). Superiormente, donde se inserta en la *protuberancia occipital externa*, el músculo cubre la *región suboccipital* (v. cap. 4).

El vientre inferior del *músculo omohioideo* apenas puede verse o palparse cuando cruza superomedialmente la porción inferior de la *región cervical lateral*. Más fácil de observar en gente delgada, el músculo omohioideo a menudo puede verse cuando se contrae al hablar.

Justo inferior al vientre inferior del omohioideo se encuentra la *fosa supraclavicular mayor*, la depresión situada sobre el *triángulo omoclavicular* (fig. 8-22C y D). La tercera porción de la arteria subclavia pasa a través de este triángulo antes de continuar posterior a la clavícula y cruzar la 1.ª costilla. La fosa supraclavicular mayor es clínicamente importante debido a que aquí se pueden palpar las **pulsaciones de la arteria subclavia** en la mayor parte de las personas. El trayecto de la *arteria subclavia* por el cuello se representa por una línea curva desde la *articulación esternoclavicular* hasta el punto medio de la clavícula. Para sentir las pulsaciones de la subclavia hay que presionar inferoposteriormente (abajo y detrás) inmediatamente por detrás de la unión de los tercios medial y medio de la clavícula (fig. 8-22E). Éste es el punto de presión de la arteria subclavia; aplicando una mayor presión, comprimiendo la arteria contra la 1.ª costilla, puede ocluirse la arteria en caso de una hemorragia distal en el miembro superior.

Los principales contenidos del *triángulo occipital*, más grande, superior al músculo omohioideo, son el nervio accesorio (NC XI), ramos cutáneos de los nervios C2, C3 y C4, y nódulos linfáticos. Dada la vulnerabilidad y la frecuencia de lesiones yatrogénicas de este nervio, es importante ser capaz de estimar la localización del NC XI en la región cervical lateral. Su recorrido coincide aproximadamente con una línea que corta la unión de los tercios superior y medio del borde posterior del ECM y la unión de los tercios medio e inferior del borde anterior del trapecio (fig. 8-22C).

Las vísceras del cuello y las arterias carótidas y sus ramas son accesibles quirúrgicamente a través de la *región cervical anterior*, entre el borde anterior del ECM y la línea media (fig. 8-22B). De los cuatro triángulos más pequeños en que se subdivide esta región, los triángulos submandibular y carotídeo son especialmente importantes en clínica.

La *glándula submandibular* ocupa casi todo el *triángulo submandibular*. Se puede palpar como una masa blanda por debajo del cuerpo de la mandíbula, especialmente cuando se fuerza el vértice de la lengua contra los dientes incisivos maxilares. Los *nódulos linfáticos submandibulares* se sitúan superficiales a la glándula (fig. 8-14A). Estos nódulos reciben linfa de la cara por debajo del ojo y de la boca. Si están hipertrofiados, estos nódulos pueden palparse moviendo los dedos desde el ángulo de la mandíbula a lo largo de su borde inferior (fig. 8-22D y F). Si se continúa hasta que los dedos se sitúan por debajo del mentón, en el *triángulo submentoniano* pueden palparse los *nódulos linfáticos submentonianos* agrandados (fig. 8-22B).

El sistema arterial carotídeo se localiza en el *triángulo carotídeo*. Esta área es importante para el acceso quirúrgico a la vaina carotídea que contiene la arteria carótida común, la VYI y el nervio vago (figs. 8-15 y 8-21). El triángulo carotídeo también contiene el nervio hipogloso (NC XII) y el tronco simpático cervical. La *vaina carotídea* puede localizarse mediante una línea que une la articulación esternoclavicular a un punto en la línea media entre la apófisis mastoides y el ángulo de la mandíbula. El **pulso carotídeo** puede palparse poniendo los dedos índice y medio sobre el cartílago tiroides y apuntándolos posterolateralmente entre la tráquea y el ECM. El pulso se palpa justo medial al ECM. La palpación se realiza en un punto bajo en el cuello para evitar comprimir el *seno carotídeo*, lo que podría causar una caída refleja de la tensión arterial y de la frecuencia cardíaca (figs. 8-17 y 8-22B).

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES DEL CUELLO: REGIONES CERVICALES

Tortícolis congénito

El **tortícolis** es una contracción o acortamiento de los músculos cervicales que produce una torsión del cuello e inclinación de la cabeza. El tipo más frecuente de tortícolis es el resultado de un *tumor fibroso* que se forma en el ECM antes o poco después del nacimiento. La lesión, como en una contracción unilateral normal del ECM, provoca que la cabeza se incline hacia el lado afecto y que la cara se aparte de él (figura C8-1). Cuando el tortícolis ocurre antes del nacimiento, la posición anormal de la cabeza del feto normalmente requiere un parto de nalgas.

Ocasionalmente, el ECM se lesiona al desgarrarse sus fibras cuando se estira la cabeza fetal durante un parto difícil (*tortícolis muscular*) (Behrman *et al.*, 2000). Se forma así un *hematoma* (masa localizada de sangre extravasada) que puede convertirse en una masa fibrótica, la cual atrapa un ramo del nervio accesorio (NC XI) y en consecuencia denerva parte del ECM. La rigidez y la rotación del cuello derivan de la fibrosis y el acortamiento del ECM. Para permitir que la persona pueda inclinar y rotar la cabeza con normalidad, puede ser necesaria la liberación quirúrgica del ECM de

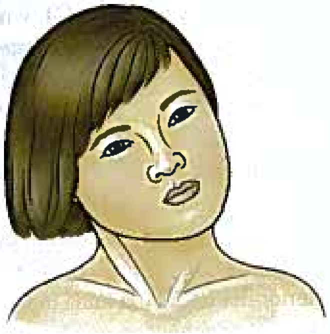


FIGURA C8-1.

sus inserciones inferiores en el manubrio y la clavícula por debajo del nivel del NC XI.

Tortícolis espasmódico

La *distonía cervical* (tonicidad anormal de los músculos cervicales), comúnmente denominada *tortícolis espasmódico*, suele aparecer en la edad adulta. Puede implicar cualquier combinación de músculos laterales del cuello, especialmente el ECM y el trapecio. Esta enfermedad se caracteriza por un giro, inclinación, flexión o extensión mantenidos del cuello. El desplazamiento lateral o anterior de la cabeza puede ocurrir de forma involuntaria (Fahn *et al.*, 2005). El hombro suele elevarse y desplazarse anteriormente sobre el lado hacia el cual gira el mentón.

Punción de la vena subclavia

A menudo, la vena subclavia, izquierda o derecha, se utiliza para la colocación de una **vía central,** como el catéter de Swan-Ganz. Estos catéteres se colocan con el fin de administrar líquidos (nutrición por vía intravenosa) y medicación parenteralmente, y para registrar la presión venosa central. En el abordaje infraclavicular a la vena subclavia, se coloca el dedo pulgar de una mano en la porción media de la clavícula y el dedo índice sobre la escotadura yugular en el manubrio (fig. C8-2). La aguja punciona la piel por debajo del dedo pulgar (en la mitad de la clavícula) y avanza medialmente hacia la punta del dedo índice (escotadura yugular) hasta que la punta entra en el ángulo venoso derecho, posterior a la articulación esternoclavicular. Aquí, la VYI y la vena subclavia se unen para formar la vena braquiocefálica. Si la aguja no se introduce con cuidado puede puncionar la pleura y el pulmón, dando lugar a un *neumotórax*. Además, si la aguja se introduce demasiado posteriormente puede entrar en la arteria subclavia. Cuando la aguja se ha insertado correctamente, se introduce un catéter blando y flexible en la vena subclavia, usando la aguja como guía.

Cateterización cardíaca derecha

Para la cateterización cardíaca derecha (con el objetivo de medir presiones en las cavidades derechas del corazón) puede usarse la punción de la VYI para introducir un catéter a través de la vena braquiocefálica derecha dentro de la vena cava superior y el lado derecho del corazón. Aunque el trayecto de elección es a través de la VYI o la vena subclavia, en algunos pacientes puede ser necesario usar la VYE. Esta vena no es idónea para la cateterización dado que su ángulo de unión con la vena subclavia hace difícil el paso del catéter.

Prominencia de la vena yugular externa

La VYE puede servir como un «barómetro interno». Generalmente, cuando la presión venosa se encuentra en un intervalo normal, la VYE es visible por encima de

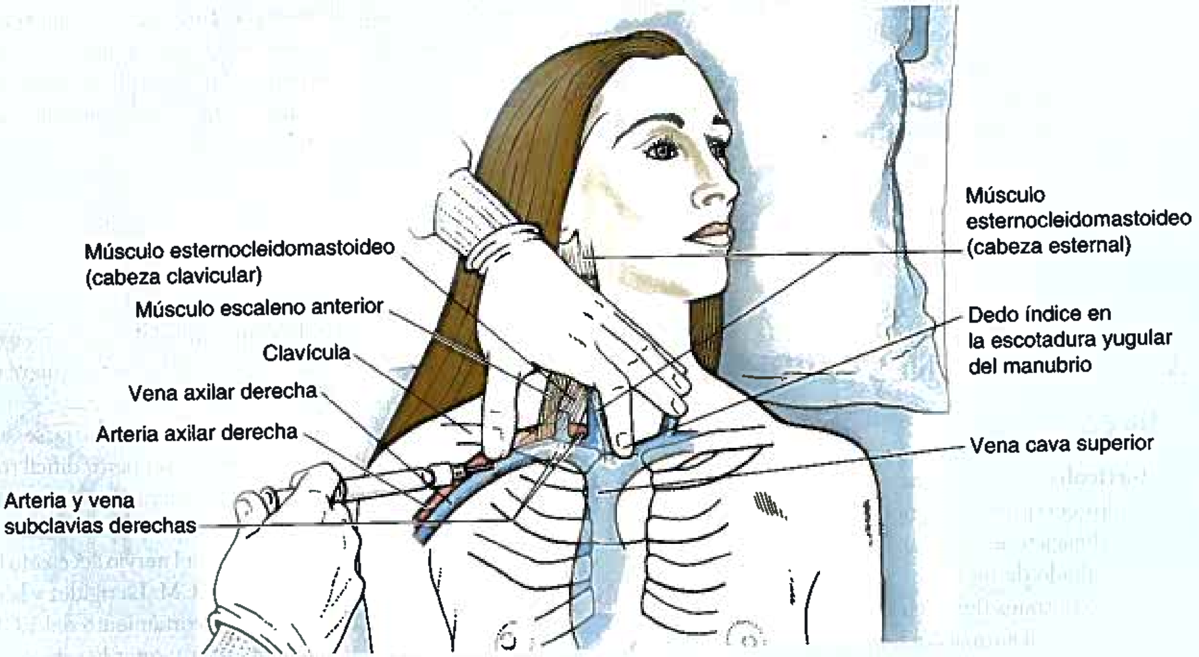

Músculo esternocleidomastoideo (cabeza clavicular)
Músculo escaleno anterior
Clavícula
Vena axilar derecha
Arteria axilar derecha
Arteria y vena subclavias derechas
Músculo esternocleidomastoideo (cabeza esternal)
Dedo índice en la escotadura yugular del manubrio
Vena cava superior

FIGURA C8-2. Punción de la vena subclavia.

la clavícula sólo durante un corto trecho. Por el contrario, cuando la presión aumenta (p. ej., como en la insuficiencia cardíaca), la vena se hace prominente durante todo su recorrido a lo largo de la porción lateral del cuello. En consecuencia, la observación sistemática de las VYE durante la exploración clínica puede revelar signos diagnósticos de insuficiencia cardíaca, obstrucción de la vena cava superior, nódulos linfáticos supraclaviculares hipertrofiados o incremento de la presión intratorácica.

Sección de la vena yugular externa

Si se secciona la VYE a lo largo del borde posterior del ECM, donde perfora el techo de la región cervical lateral (p. ej., por una cuchillada), su luz se mantiene abierta por acción de la resistente lámina superficial de la fascia cervical profunda, y la presión intratorácica negativa succionará aire dentro de la vena. Esta acción produce un ruido de estertor en el tórax y cianosis (coloración azulada de la piel y las mucosas provocada por una concentración excesiva de hemoglobina reducida en la sangre).

La *embolia gaseosa venosa* provocada de esta forma llenará el lado derecho del corazón de espuma, casi bloqueando su flujo sanguíneo, dando lugar a *disnea*. La aplicación de una firme presión sobre la vena yugular seccionada hasta que pueda ser suturada parará el sangrado y la entrada de aire en el torrente sanguíneo.

Lesiones del nervio accesorio (NC XI)

Las lesiones del nervio accesorio son infrecuentes. El NC XI puede lesionarse a causa de:

- Traumatismos penetrantes, como cuchilladas o heridas de bala.
- Intervenciones quirúrgicas en la región cervical lateral.
- Tumores en la base del cráneo o nódulos linfáticos cervicales neoplásicos.
- Fracturas del agujero yugular a través del cual el NC XI abandona el cráneo.

Aunque la contracción de un ECM gira la cabeza hacia un lado, normalmente una lesión unilateral del NC XI no provoca una postura anómala de la cabeza. Sin embargo, los sujetos con lesión del NC XI habitualmente presentan debilidad al girar la cabeza hacia un lado contra resistencia. Las lesiones del NC XI producen debilidad y atrofia del trapecio, afectando los movimientos del cuello.

La *parálisis unilateral del trapecio* se evidencia por la incapacidad del paciente para elevar y retraer el hombro, y por la dificultad para elevar el miembro superior por encima del plano horizontal. La prominencia normal del cuello producida por el trapecio también se reduce. La *caída del hombro* es un signo obvio de lesión del NC XI. En disecciones quirúrgicas extensas en la región cervical lateral —por ejemplo durante la resección de nódulos linfáticos neoplásicos— el cirujano aísla el NC XI para preservarlo en la medida de lo posible. Es importante tener en cuenta la localización superficial de este nervio durante procedimientos superficiales en la región cervical lateral, dado que el NC XI es el nervio que sufre lesiones yatrogénicas con mayor frecuencia.

Sección del nervio frénico, bloqueo del nervio frénico y aplastamiento del nervio frénico

La sección de un nervio frénico provoca la parálisis de la mitad correspondiente del diafragma (v. el cuadro azul «Parálisis del diafragma», p. 85). El bloqueo del nervio frénico produce un corto período de parálisis de un lado del diafragma (p. ej., para una operación pulmonar). El anestésico se inyecta alrededor del nervio en su localización en la cara anterior del tercio medio del músculo escaleno anterior. El aplastamiento quirúrgico del nervio frénico (p. ej., dañando el nervio por compresión con un fórceps) produce un período más largo de parálisis (a veces durante semanas tras reparaciones quirúrgicas de una hernia diafragmática). Si existe un nervio frénico accesorio, éste también ha de ser aplastado para producir una parálisis completa del hemidiafragma.

Bloqueos nerviosos en la región cervical lateral

El *bloqueo del plexo cervical* inhibe la conducción de impulsos nerviosos para la anestesia regional antes de una intervención quirúrgica en la región cervical. El anestésico se inyecta en varios puntos a lo largo del borde posterior del ECM, especialmente en la unión de sus tercios superior y medio, el *punto nervioso del cuello* (figs. 8-8 y 8-13A). Dado que el bloqueo de un nervio cervical normalmente paraliza el nervio frénico que inerva la mitad del diafragma, este procedimiento no se realiza en personas con patología pulmonar o cardíaca. Para anestesiar el miembro superior se realiza un *bloqueo supraclavicular del plexo braquial* inyectando el anestésico alrededor de la porción supraclavicular del plexo braquial. El punto principal de inyección se encuentra superior al punto medio de la clavícula.

Lesión del nervio supraescapular

El nervio supraescapular puede lesionarse en las fracturas del tercio medio de la clavícula. La lesión de este nervio provoca pérdida de la rotación lateral del húmero en la articulación del hombro. En consecuencia, el miembro relajado rota medialmente y da lugar a la *postura de propina del camarero* (v. fig. C6-12B). También se afecta la capacidad para iniciar la abducción del miembro.

Ligadura de la arteria carótida externa

A veces es necesaria la *ligadura de la arteria carótida externa* para controlar una hemorragia de una de sus ramas relativamente inaccesibles. Este procedimiento disminuye el flujo sanguíneo a través de la arteria y sus ramas, pero no lo elimina. La sangre fluye en dirección retrógrada (hacia atrás) hacia la arteria desde la arteria carótida externa del otro lado a través de comunicaciones entre sus ramas (p. ej., las de la cara y el cuero cabelludo), y atraviesa la línea media. Cuando se ligan las arterias carótida externa o subclavia, la rama descendente de la arteria occipital proporciona la mayor parte de la circulación colateral, anastomosándose con las arterias vertebral y cervical profunda.

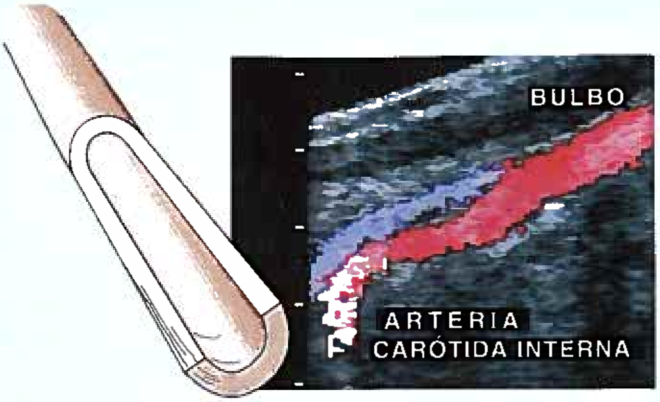
Disección quirúrgica del triángulo carotídeo

El triángulo carotídeo proporciona una vía quirúrgica de abordaje importante para el sistema arterial carotídeo. También facilita el acceso a la VYI, los nervios vago e hipogloso, y el tronco simpático cervical. La lesión o compresión de los nervios vago y/o laríngeo recurrente durante una disección quirúrgica del triángulo carotídeo puede provocar una alteración en la fonación, ya que estos nervios inervan los músculos de la laringe.

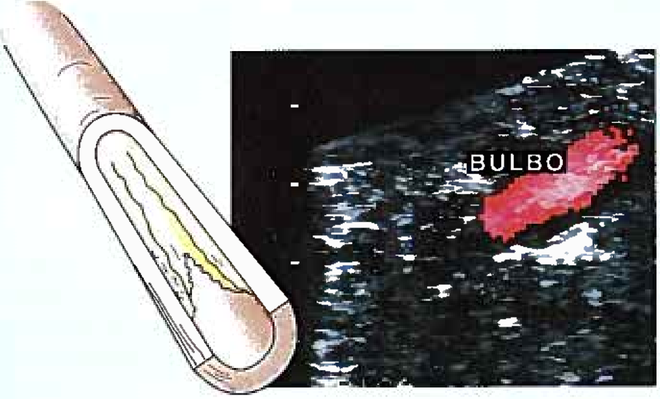
Oclusión carotídea y endoarterectomía

El engrosamiento aterosclerótico de la íntima de la arteria carótida interna puede obstruir el flujo sanguíneo. Los síntomas provocados por esta oclusión dependen del grado de obstrucción y del volumen de la circulación colateral que llega al encéfalo y a estructuras de la órbita a través de otras arterias. Una oclusión parcial de la arteria carótida interna puede causar un *accidente isquémico transitorio* (AIT), una pérdida focal súbita de funciones neurológicas (p. ej., mareo y desorientación) que desaparece en el curso de 24 h. La oclusión arterial también puede causar un *pequeño accidente vascular cerebral* o *ictus*, una pérdida de funciones neurológicas tales como pérdida de fuerza o sensibilidad en una parte del cuerpo que supera las 24 h pero desaparece en el plazo de tres semanas.

La obstrucción del flujo sanguíneo puede observarse en un *estudio Doppler color* (fig. C8-3A). El Doppler es una técnica diagnóstica que emite un haz de ultrasonidos y detecta su eco procedente de un líquido (sangre) en movimiento, de forma que distingue el fluido del tejido estático circundante, y proporciona información sobre su presión, velocidad y turbulencia. La *oclusión carotídea*, que causa estenosis (estrechamiento) en una persona por lo demás sana (fig. C8-3B), puede aliviarse si se accede a la arteria en su origen y se extrae la placa ateromatosa con la íntima. Este procedimiento se denomina *endoarterectomía carotídea*. Tras la intervención se administran fármacos anticoagulantes hasta que el endotelio se ha reparado. Dadas las relaciones de la arteria carótida interna, durante esta intervención hay riesgo de lesión de alguno de los siguientes nervios craneales: NC IX, NC X (o su ramo, el nervio laríngeo recurrente), NC XI o NC XII (fig. 8-21).



(A) Estudio de flujo con Doppler color de la arteria carótida interna normal



(B) Estudio de flujo con Doppler color de la arteria carótida ocluida

FIGURA C8-3.

Pulso carotídeo

El **pulso carotídeo** («pulso del cuello») se nota fácilmente al palpar la arteria carótida común en el lado del cuello, donde ésta se sitúa en un surco entre la tráquea y los músculos infrahioideos. Se palpa con facilidad inmediatamente profundo al borde anterior del ECM al nivel del borde superior del cartílago tiroides. Se explora sistemáticamente durante las maniobras de *reanimación cardiopulmonar* (*RCP*). La ausencia de pulso carotídeo indica un paro cardíaco.

Hipersensibilidad del seno carotídeo

En los sujetos con *hipersensibilidad del seno carotídeo* (respuesta excesiva de los senos carotídeos en varios tipos de enfermedades vasculares), la presión externa sobre la arteria carótida puede provocar el enlentecimiento de la frecuencia cardíaca, una caída en la tensión arterial e isquemia cardíaca, lo que da lugar a un desvanecimiento (síncope). En todas las formas de síncope, los síntomas derivan de una disminución brusca y crítica de la perfusión cerebral (Hirsch *et al.*, 2005). Por tanto, este método de comprobación del pulso no es recomendable para individuos con enfermedad cardíaca o vascular. Para comprobar la frecuencia del pulso en personas con hipersensibilidad del seno carotídeo se deben utilizar lugares alternativos, como la arteria radial en la muñeca.

Papel de los glomus (cuerpos) carotídeos

Los glomus (cuerpos) carotídeos se encuentran en una posición ideal para monitorizar el contenido de oxígeno de la sangre antes de que ésta alcance el encéfalo. Una disminución en la PO_2 (presión parcial de oxígeno), como ocurre en grandes altitudes o en la patología pulmonar, activa los quimiorreceptores aórticos y carotídeos, aumentando la ventilación alveolar. Los glomus (cuerpos) carotídeos también responden a los aumentos sanguíneos de la presión de dióxido de carbono (CO_2) o de iones de hidrógeno libres. El nervio glosofaríngeo (NC IX, quizá con participación del nervio vago) conduce centrípetamente la información, provocando una estimulación refleja de los centros respiratorios del encéfalo que aumentan la profundidad y la frecuencia de la respiración. La frecuencia del pulso y la tensión arterial también aumentan. Con el aumento en la ventilación y la circulación se recibe más oxígeno, y en consecuencia la concentración de CO_2 se reduce.

Pulso yugular interno

Aunque las pulsaciones se asocian habitualmente con las arterias, las de la VYI pueden proporcionar información sobre la actividad cardíaca correspondiente a los registros electrocardiográficos (ECG) y la presión atrial derecha. El pulso de la VYI no es palpable de la misma manera que los pulsos arteriales; sin embargo, las pulsaciones de la vena se transmiten a través de los tejidos circundantes y pueden observarse en profundidad al ECM, superiormente a la extremidad esternal de la clavícula.

Debido a que la vena braquiocefálica y la vena cava superior no tienen válvulas, la onda de contracción pasa desde estos vasos hacia el bulbo inferior de la VYI. Las pulsaciones son especialmente visibles cuando la cabeza del paciente se encuentra inferior a los miembros inferiores *(posición de Trendelenburg)*. El pulso yugular interno aumenta considerablemente en trastornos como la valvulopatía mitral (v. cap. 1), que incrementa la presión sobre la circulación pulmonar y el lado derecho del corazón. La VYI derecha realiza un trayecto más rectilíneo y directo a la aurícula (atrio) derecha que la VYI izquierda; por tanto, es la que se explora (Swartz, 2006).

Punción de la vena yugular interna

La punción y la cateterización de la VYI pueden ser necesarias por motivos diagnósticos o terapéuticos. Resulta preferible utilizar la VYI derecha, dado que normalmente es más grande y rectilínea. Durante este procedimiento, el médico palpa la arteria carótida común e inserta la aguja en la VYI justo lateral a ella con un ángulo de 30°, dirigiéndola hacia el vértice del triángulo que se forma entre las cabezas esternal y clavicular del ECM, la fosa supraclavicular menor (fig. C8-4). A continuación, se dirige la aguja inferolateralmente hacia el pezón homolateral.

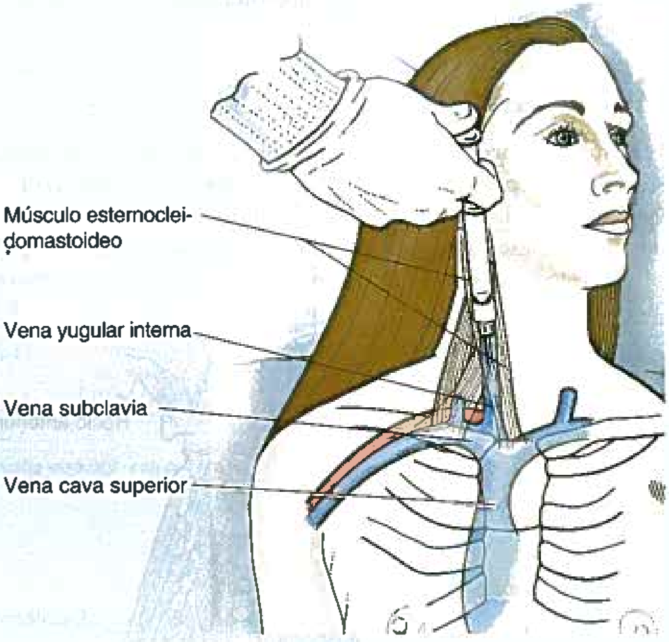


FIGURA C8-4. Punción de la vena yugular interna.

Puntos fundamentales

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES DEL CUELLO: REGIONES CERVICALES

Esternocleidomastoideo y trapecio. Los músculos ECM y trapecio comparten un origen embrionario común, la inervación por el nervio accesorio (NC XI), estar rodeados por la lámina superficial de la fascia cervical profunda, una inserción superior lineal en la base del cráneo y una inserción inferior en la cintura escapular. ♦ Sus masas superficiales y sus bordes palpables proporcionan las bases para la descripción de las regiones del cuello. ♦ El ECM produce múltiples movimientos de la cabeza y el cuello. ♦ El trapecio interviene en múltiples movimientos de la escápula, dependiendo de si los músculos actúan unilateral o bilateralmente, así como de si lo hacen de forma independiente o en conjunción con la contracción concéntrica o excéntrica de otros músculos.

Región cervical lateral. La región cervical lateral está limitada por el ECM, el trapecio y el tercio medio de la clavícula, con un suelo muscular formado por los músculos cervicales profundos laterales. ♦ Se encuentra subdividida por el vientre superior del omohioideo, dispuesto diagonalmente. ♦ La estructura más aparente del triángulo occipital superior es la mitad inferior de la VYE. ♦ Lo más importante clínicamente es el nervio accesorio (NC XI), localizado superficialmente. ♦ En el triángulo omoclavicular, inferior y mucho más pequeño, el plexo braquial emerge entre los músculos escalenos medio y anterior; este último es cruzado anteriormente por el nervio frénico. ♦ Superior al plexo braquial y en el mismo plano se encuentra el plexo cervical. ♦ Los ramos cutáneos de este plexo emergen del punto medio del borde posterior del ECM e irradian hacia el cuero cabelludo, la oreja, el cuello anterior y el hombro.

Región cervical anterior. La región cervical anterior se encuentra por debajo del cuerpo de la mandíbula, extendiéndose anteriormente desde el ECM hasta la línea media. ♦ Los vientres del digástrico, el vientre anterior del omohioideo y el hioides subdividen la región en triángulos más pequeños. ♦ El triángulo submentoniano es superficial al suelo de la boca. ♦ El triángulo submandibular, superior a los vientres del digástrico, está ocupado por la glándula salivar submandibular y por los nódulos linfáticos submandibulares. ♦ La arteria facial, que discurre dentro de este triángulo, es palpable cuando emerge de él y cruza el cuerpo de la mandíbula. ♦ El triángulo carotídeo, situado entre el vientre posterior del digástrico, el vientre inferior del omohioideo y el ECM, contiene la mayoría de la vaina carotídea y estructuras relacionadas, incluyendo la bifurcación de la arteria carótida común, el seno y el glomus (cuerpo) carotídeos, así como ramas iniciales de la arteria carótida externa. ♦ El triángulo muscular está formado y ocupado por los músculos infrahioideos.

ESTRUCTURAS PROFUNDAS DEL CUELLO

Las **estructuras profundas del cuello** son los músculos prevertebrales, situados posteriormente a las vísceras cervicales y anterolaterales a la columna vertebral cervical, y las estructuras localizadas en el lado cervical de la abertura superior del tórax, la *raíz del cuello*.

Músculos prevertebrales

Los **músculos prevertebrales** o vertebrales anteriores y laterales se encuentran profundos a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda. Los **músculos vertebrales anteriores,** constituidos por los músculos largo del cuello y largo de la cabeza, el recto anterior de la cabeza y el escaleno anterior, se sitúan directamente posteriores al *espacio retrofaríngeo* (fig. 8-4A y B) y mediales al plano vasculonervioso de los plexos cervical y braquial y la arteria subclavia. Los **músculos vertebrales laterales,** constituidos por los músculos recto lateral de la cabeza, el esplenio de la cabeza, el elevador de la escápula y los escalenos medio y posterior, se sitúan posteriores a este plano vasculonervioso (salvo el recto lateral de la cabeza, ubicado a un nivel superior) y constituyen el suelo de la región cervical lateral. Estos músculos están ilustrados en la figura 8-23; sus inserciones, inervaciones y principales acciones se detallan en la tabla 8-4.

Raíz del cuello

La **raíz del cuello** es la zona de unión entre el tórax y el cuello (fig. 8-24A). Es el lado cervical de la *abertura superior del tórax*, a

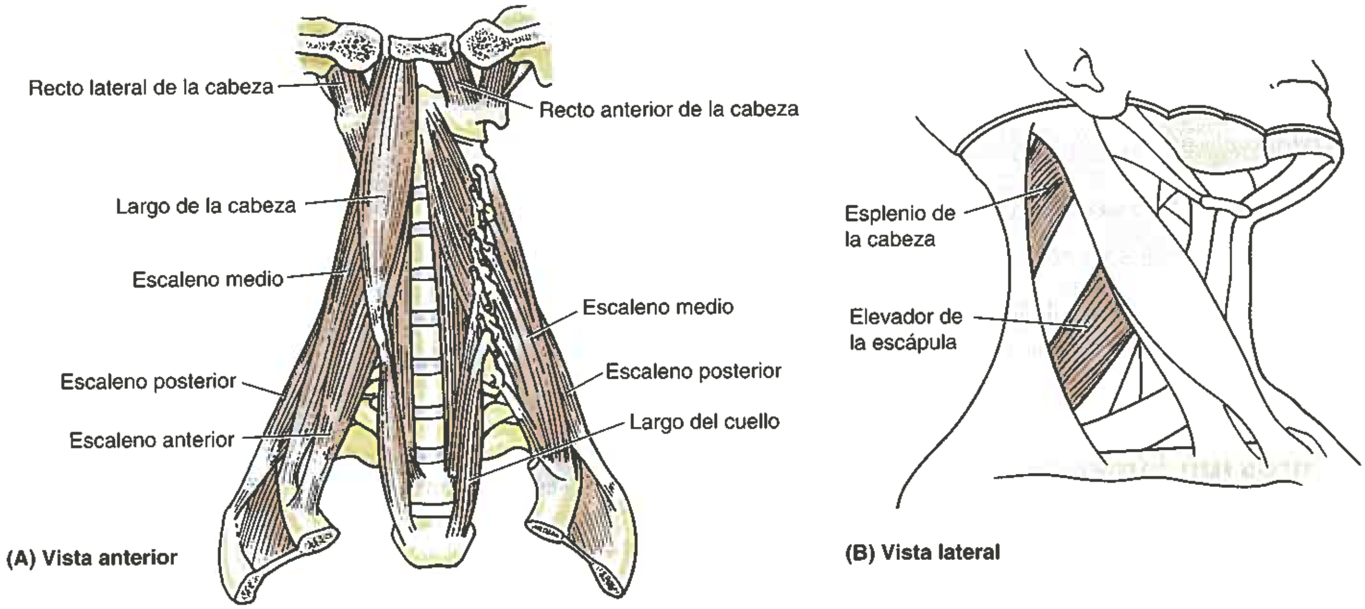


FIGURA 8-23. Músculos prevertebrales.

TABLA 8-4. MÚSCULOS PREVERTEBRALES

Músculo	Inserción superior	Inserción inferior	Inervación	Acción(es) principal(es)
Músculos vertebrales anteriores				
Largo del cuello	Tubérculo anterior de la vértebra C1 (atlas); cuerpos de C1-3 y apófisis transversas de las vértebras C3-6	Cuerpos de las vértebras C5-T3; apófisis transversas de las vértebras C3-5	Ramos anteriores de los nervios espinales C2-6	Flexiona el cuello con rotación (torsión) hacia el lado opuesto si actúa unilateralmente[a]
Largo de la cabeza	Porción basilar del hueso occipital	Tubérculos anteriores de las apófisis transversas de C3-6	Ramos anteriores de los nervios espinales C1-3	Flexionan la cabeza[b]
Recto anterior de la cabeza	Base del cráneo, justo anterior al cóndilo occipital	Cara anterior de la masa lateral del atlas (vértebra C1)	Ramos del asa entre los nervios espinales C1 y C2	
Escaleno anterior	Apófisis transversas de las vértebras C3-6	1.ª costilla	Nervios espinales C4-6	

TABLA 8-4. MÚSCULOS PREVERTEBRALES *(Continuación)*

Músculo	Inserción superior	Inserción inferior	Inervación	Acción(es) principal(es)
Músculos vertebrales laterales				
Recto lateral de la cabeza	Apófisis yugular del hueso occipital	Apófisis transversa del atlas (vértebra C1)	Ramos del asa entre los nervios espinales C1 y C2	Flexiona la cabeza y ayuda a estabilizarla[b]
Esplenio de la cabeza	Mitad inferior del ligamento nucal y apófisis espinosas de las seis vértebras torácicas superiores	Cara lateral de la apófisis mastoides y tercio lateral de la línea nucal superior	Ramos posteriores de los nervios espinales cervicales medios	Flexiona lateralmente y rota la cabeza y el cuello hacia el mismo lado; si actúa bilateralmente, extiende la cabeza y el cuello[c]
Elevador de la escápula	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de las vértebras C2-6	Porción superior del borde medial de la escápula	Nervio dorsal de la escápula (C5) y nervios espinales C3 y C4	Rota la escápula hacia abajo e inclina la cavidad glenoidea inferiormente, rotando la escápula
Escaleno medio	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de las vértebras C5-7	Cara superior de la 1.ª costilla; posterior al surco de la arteria subclavia	Ramos anteriores de los nervios espinales cervicales	Flexiona lateralmente el cuello; eleva la 1.ª costilla durante la inspiración forzada[a]
Escaleno posterior		Borde externo de la 2.ª costilla	Ramos anteriores de los nervios espinales C7 y C8	Flexiona lateralmente el cuello; eleva la 2.ª costilla durante la inspiración forzada[a]

[a] Flexión del cuello = inclinación anterior (o lateral) de las vértebras cervicales C2-7.

[b] Flexión de la cabeza = inclinación anterior (o lateral) de la cabeza relativa a la columna vertebral a nivel de las articulaciones atlantooccipitales.

[c] La rotación de la cabeza se produce a nivel de las articulaciones atlantoaxiales.

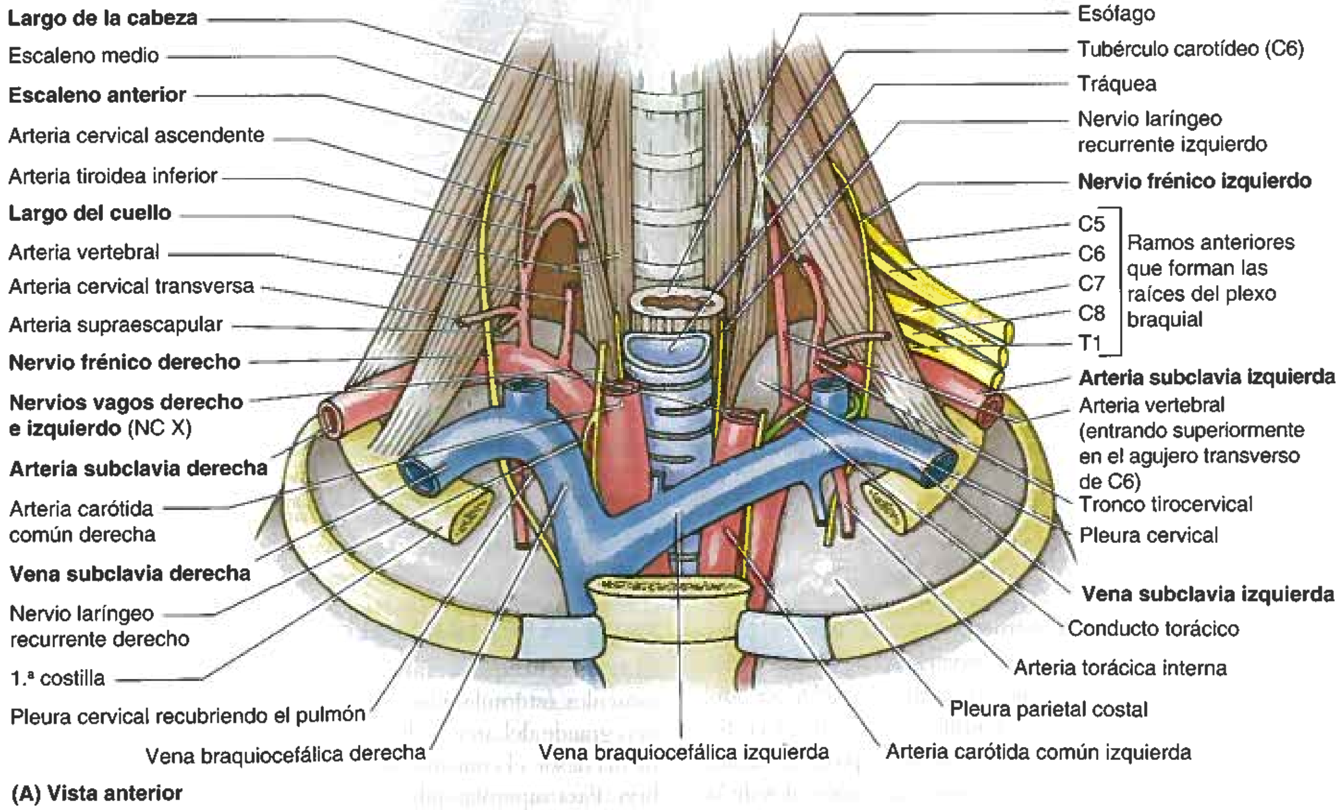

Largo de la cabeza
Escaleno medio
Escaleno anterior
Arteria cervical ascendente
Arteria tiroidea inferior
Largo del cuello
Arteria vertebral
Arteria cervical transversa
Arteria supraescapular
Nervio frénico derecho
Nervios vagos derecho e izquierdo (NC X)
Arteria subclavia derecha
Arteria carótida común derecha
Vena subclavia derecha
Nervio laríngeo recurrente derecho
1.ª costilla
Pleura cervical recubriendo el pulmón
Vena braquiocefálica derecha
Vena braquiocefálica izquierda
Arteria carótida común izquierda
Esófago
Tubérculo carotídeo (C6)
Tráquea
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Nervio frénico izquierdo
C5
C6
C7
C8
T1
Ramos anteriores que forman las raíces del plexo braquial
Arteria subclavia izquierda
Arteria vertebral (entrando superiormente en el agujero transverso de C6)
Tronco tirocervical
Pleura cervical
Vena subclavia izquierda
Conducto torácico
Arteria torácica interna
Pleura parietal costal
(A) Vista anterior

FIGURA 8-24. Raíz del cuello y región prevertebral. A. Se muestra una disección de la raíz del cuello. El plexo braquial y la tercera porción de la arteria subclavia emergen entre los músculos escalenos anterior y medio. Las venas braquiocefálicas, las primeras porciones de las arterias subclavias y las arterias torácicas internas, que se originan de las arterias subclavias, tienen una relación estrecha con la pleura cervical (cúpula). El conducto torácico termina en la raíz del cuello cuando entra en el ángulo venoso izquierdo *(continúa)*.

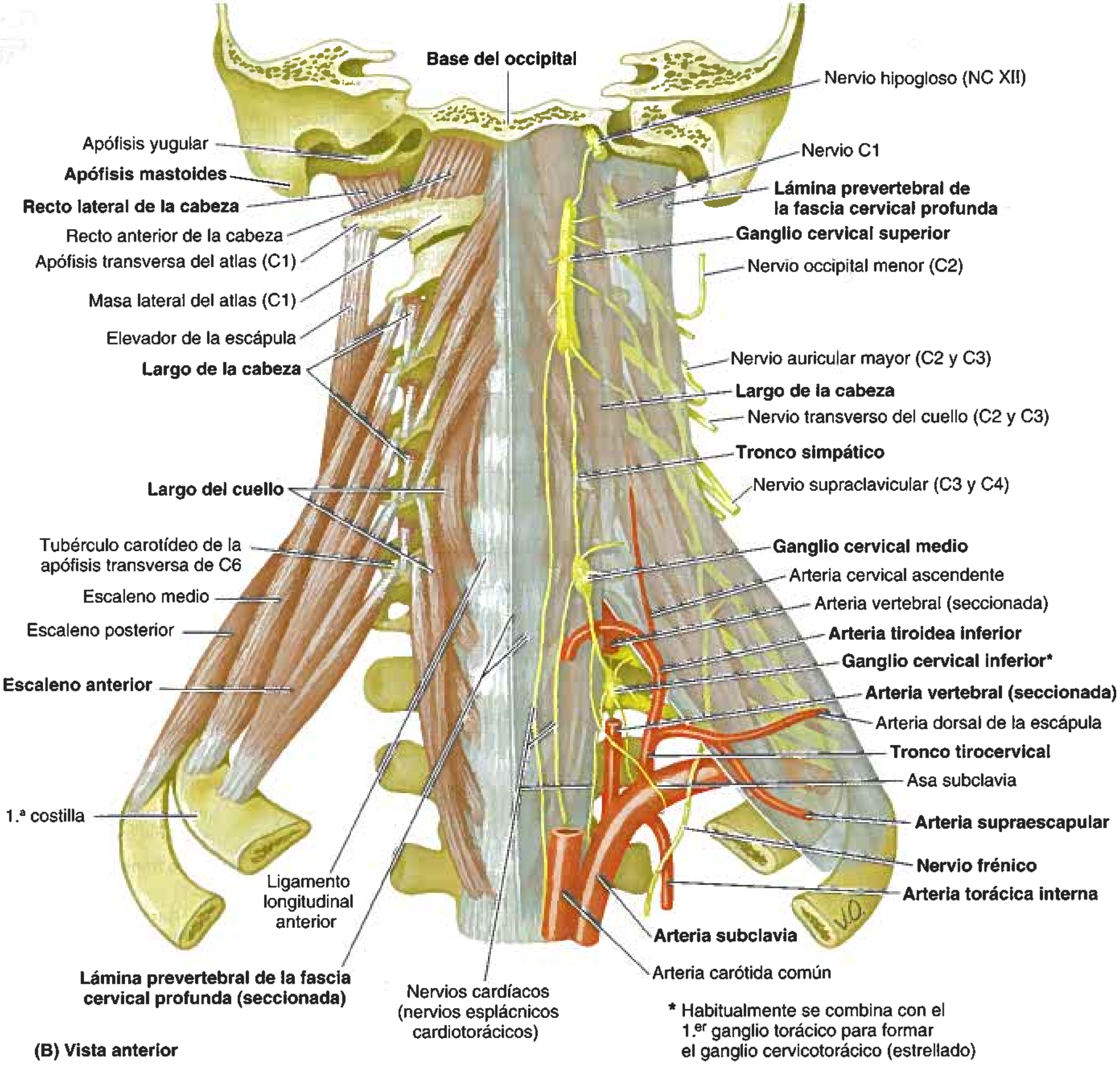

Base del occipital
Apófisis yugular
Apófisis mastoides
Recto lateral de la cabeza
Recto anterior de la cabeza
Apófisis transversa del atlas (C1)
Masa lateral del atlas (C1)
Elevador de la escápula
Largo de la cabeza
Largo del cuello
Tubérculo carotídeo de la apófisis transversa de C6
Escaleno medio
Escaleno posterior
Escaleno anterior
1.ª costilla
Ligamento longitudinal anterior
Lámina prevertebral de la fascia cervical profunda (seccionada)
Nervios cardíacos (nervios esplácnicos cardiotorácicos)
(B) Vista anterior
Nervio hipogloso (NC XII)
Nervio C1
Lámina prevertebral de la fascia cervical profunda
Ganglio cervical superior
Nervio occipital menor (C2)
Nervio auricular mayor (C2 y C3)
Largo de la cabeza
Nervio transverso del cuello (C2 y C3)
Tronco simpático
Nervio supraclavicular (C3 y C4)
Ganglio cervical medio
Arteria cervical ascendente
Arteria vertebral (seccionada)
Arteria tiroidea inferior
Ganglio cervical inferior*
Arteria vertebral (seccionada)
Arteria dorsal de la escápula
Tronco tirocervical
Asa subclavia
Arteria supraescapular
Nervio frénico
Arteria torácica interna
Arteria subclavia
Arteria carótida común
* Habitualmente se combina con el 1.er ganglio torácico para formar el ganglio cervicotorácico (estrellado)
V.O.

FIGURA 8-24. *(Continuación)* **Raíz del cuello y región prevertebral. B.** En esta disección de la región prevertebral y de la raíz del cuello, la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda, las arterias y los nervios del lado derecho se han extirpado; el músculo largo de la cabeza se ha resecado en el lado derecho. En el lado izquierdo se visualizan el plexo cervical, que se origina de los ramos anteriores de C1-4; el plexo braquial, que se origina de los ramos anteriores de C5-8 y T1; y ramas de la arteria subclavia.

través de la cual pasan todas las estructuras que van desde el tórax a la cabeza o el miembro superior, y viceversa (v. cap. 1). El límite inferior de la raíz del cuello es la *abertura superior del tórax*, formada lateralmente por el 1.er par de costillas y sus cartílagos costales, anteriormente por el manubrio del esternón y posteriormente por el cuerpo de la vértebra T1. Las estructuras viscerales de la raíz del cuello se describen en «Vísceras del cuello» (p. 1018). Aquí sólo se describirán los elementos vasculonerviosos de la raíz del cuello.

ARTERIAS DE LA RAÍZ DEL CUELLO

El **tronco braquiocefálico** está cubierto anteriormente por los músculos esternohioideo y esternotiroideo derechos; es la rama más grande del arco de la aorta (fig. 8-19). Se origina en la línea media desde el comienzo del arco de la aorta, posterior al manubrio. Pasa superolateralmente hacia la derecha, donde se divide posterior a la articulación esternoclavicular en las arterias carótida común derecha y subclavia derecha (fig. 8-7A). El tronco braquiocefálico normalmente no tiene ramas.

Las **arterias subclavias** irrigan los miembros superiores; además, envían ramas al cuello y al encéfalo (fig. 8-24). La **arteria subclavia derecha** se origina en el tronco braquiocefálico. La **arteria subclavia izquierda** se origina en el arco de la aorta, aproximadamente 1 cm distal a la arteria carótida común izquierda.

El **nervio vago izquierdo** discurre paralelo a la primera porción de la arteria (fig. 8-24A). Aunque las arterias subclavias de ambos lados tienen orígenes diferentes, sus trayectos en el cuello se inician posteriormente a sus respectivas articulaciones esternoclaviculares cuando ascienden a través de la abertura superior del tórax y entran en la raíz del cuello.

Las arterias se arquean superolateralmente, alcanzando su punto más alto cuando pasan posteriormente a los **músculos escalenos anteriores.** A medida que las arterias empiezan a descender, desaparecen por detrás de la parte central de las clavículas. Cuando las arterias subclavias cruzan el borde externo de las primeras costillas, sus nombres cambian y se convierten en las arterias axilares. En relación con el músculo escaleno anterior se describen tres partes de cada arteria subclavia: la primera porción es medial al músculo, la segunda posterior a él y la tercera lateral (figs. 8-11 y 8-24B).

Las pleuras cervicales, los vértices de los pulmones y los troncos simpáticos se sitúan posteriores a la primera porción de las arterias. La tercera porción de la arteria subclavia se ha descrito previamente en este capítulo. Las ramas de la arteria subclavia son:

- La *arteria vertebral,* la *arteria torácica interna* y el *tronco tirocervical,* de la primera porción de la arteria subclavia.
- El *tronco costocervical,* de la segunda porción de la arteria subclavia.
- La *arteria dorsal de la escápula,* que a menudo se origina de la tercera porción de la arteria subclavia.

La **porción cervical de la arteria vertebral** se origina en la primera porción de la arteria subclavia y asciende por el espacio piramidal formado entre los músculos escalenos y largos (del cuello y de la cabeza) (fig. 8-24). En el vértice superior del espacio, la arteria pasa profundamente para discurrir a través de los agujeros transversos de las vértebras C1-6. Ésta es la **porción vertebral de la arteria vertebral.** Ocasionalmente, la arteria vertebral puede entrar por un agujero más superior que el de la vértebra C6. En aproximadamente un 5% de la población la arteria vertebral se origina del arco de la aorta.

La **porción suboccipital (atloidea) de la arteria vertebral** discurre por un surco en el arco posterior del atlas antes de entrar en la cavidad craneal a través del agujero magno. La **porción intracraneal de la arteria vertebral** aporta ramas para la médula oblongada y la médula espinal, porciones del cerebelo y la duramadre de la fosa craneal posterior. En el borde inferior del puente en el tronco del encéfalo, las arterias vertebrales se unen para formar la *arteria basilar,* que participa en la formación del círculo arterial del cerebro (v. cap. 7, p. 883).

La **arteria torácica interna** se origina en la cara anteroinferior de la arteria subclavia y pasa inferomedialmente hacia el interior del tórax. La porción cervical de la arteria torácica interna no tiene ramas en el cuello; su distribución torácica se ha descrito en el capítulo 1.

El **tronco tirocervical** se origina en la cara anterosuperior de la primera porción de la arteria subclavia, cerca del borde medial del músculo escaleno anterior. Tiene cuatro ramas, de las cuales la mayor y más importante es la **arteria tiroidea inferior,** la principal arteria visceral del cuello, que irriga la laringe, la tráquea, el esófago y las glándulas tiroides y paratiroides, así como músculos adyacentes. Las otras ramas del tronco tirocervical son la arteria cervical ascendente, la arteria supraescapular y el tronco cervicodorsal (arteria cervical transversa). Las ramas de la arteria cervical transversa se han descrito previamente con la región cervical lateral (p. 994). Las ramas terminales del tronco tirocervical son las arterias tiroidea inferior y cervical ascendente. Esta última es una pequeña arteria que envía ramas musculares a la porción superior del cuello y ramas espinales al interior de los agujeros intervertebrales.

El **tronco costocervical** se origina de la cara posterior de la segunda porción de la arteria subclavia (posterior al músculo escaleno anterior en el lado derecho y, normalmente, justo medial a este músculo en el lado izquierdo). El tronco discurre posterosuperiormente y se divide en las arterias intercostal superior y cervical profunda, que irrigan los dos primeros espacios intercostales y los músculos cervicales posteriores profundos, respectivamente.

VENAS DE LA RAÍZ DEL CUELLO

Las dos grandes venas que terminan en la raíz del cuello son la VYE, que drena la sangre proveniente principalmente del cuero cabelludo y la cara, y la variable **vena yugular anterior,** normalmente la más pequeña de las venas yugulares (figs. 8-15 y 8-20). La vena yugular anterior se origina habitualmente cerca del hueso hioides por confluencia de las venas submandibulares superficiales. Desciende por el tejido subcutáneo o profunda a la lámina superficial de la fascia cervical profunda entre la línea media anterior y el borde anterior del ECM. En la raíz del cuello, la vena yugular anterior gira lateralmente, posterior al ECM, y desemboca en la terminación de la VYE o en la vena subclavia. Superior al manubrio, las venas yugulares anteriores derecha e izquierda se unen generalmente a través de la línea media para formar el **arco venoso yugular** en el espacio supraesternal (fig. 8-16).

La **vena subclavia,** la continuación de la vena axilar, empieza en el borde lateral de la 1.ª costilla y termina cuando se une con la VYI (fig. 8-24A). La vena subclavia pasa sobre la 1.ª costilla anterior al tubérculo escaleno en paralelo a la arteria subclavia, pero está separada de ella por el músculo escaleno anterior. Normalmente sólo tiene una tributaria con nombre, la *vena yugular externa* (fig. 8-20).

La VYI termina posterior a la extremidad esternal de la clavícula, uniéndose con la vena subclavia para formar la vena braquiocefálica. Normalmente, esta unión se denomina **ángulo venoso** y es el punto donde el *conducto torácico* (lado izquierdo) y el *conducto linfático derecho* (lado derecho) drenan en la circulación venosa la linfa que se ha recogido de todo el cuerpo (v. Introducción). A lo largo de su recorrido, la VYI está rodeada por la *vaina carotídea* (fig. 8-21).

NERVIOS DE LA RAÍZ DEL CUELLO

En la raíz del cuello hay tres pares de nervios principales: *1*) los nervios vagos, *2*) los nervios frénicos y *3*) los troncos simpáticos.

Nervios vagos (NC X). Tras su salida por el agujero yugular, cada nervio vago discurre inferiormente por el cuello en la parte posterior de la vaina carotídea, en el ángulo entre la VYI y la arteria carótida común (figs. 8-21 y 8-25). El **nervio vago derecho** pasa anterior a la primera porción de la arteria subclavia y posterior a la vena braquiocefálica y la articulación esternoclavicular para entrar en el tórax. El **nervio vago izquierdo** desciende entre las arterias carótida común izquierda y la subclavia izquierda, y posterior a la articulación esternoclavicular para entrar en el tórax.

Los **nervios laríngeos recurrentes** se originan de los nervios vagos en la porción inferior del cuello (fig. 8-25). Los nervios tienen esencialmente la misma distribución en ambos lados; sin embargo, forman un asa alrededor de diferentes estructuras y a diferentes niveles a cada lado. El **nervio laríngeo recurrente derecho** gira inferior a la arteria subclavia derecha aproximadamente en el nivel vertebral T1-2. El **nervio laríngeo recurrente izquierdo** gira inferior al arco de la aorta aproximadamente en el nivel vertebral T4-5. Tras formar el asa, los nervios laríngeos recurrentes ascienden superiormente hacia la cara posteromedial de la glándula tiroides (figs. 8-24, 8-26B y 8-27), donde ascienden por el surco traqueoesofágico, inervando tanto la tráquea como el

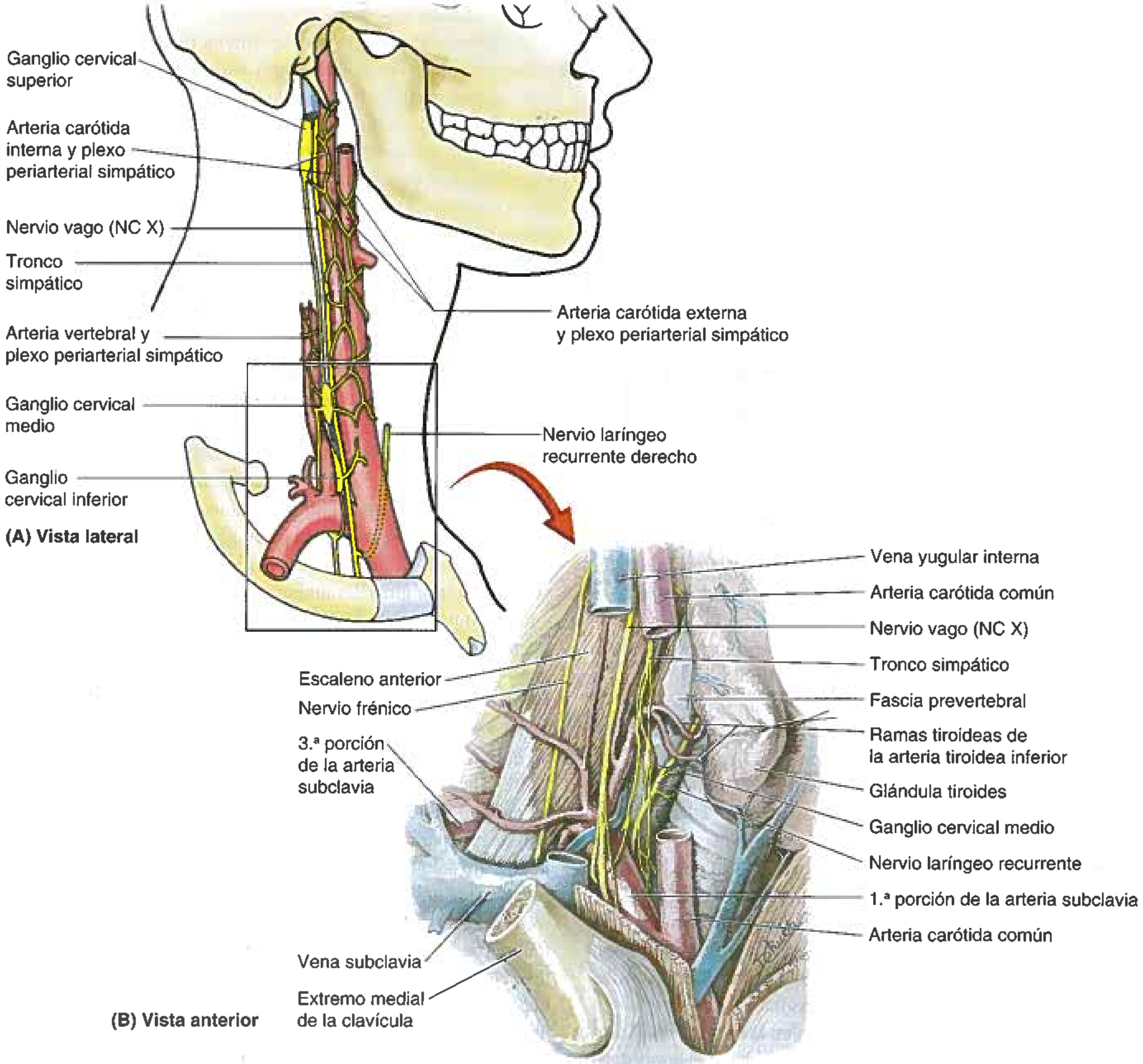

Ganglio cervical superior
Arteria carótida interna y plexo periarterial simpático
Nervio vago (NC X)
Tronco simpático
Arteria vertebral y plexo periarterial simpático
Ganglio cervical medio
Ganglio cervical inferior
(A) Vista lateral
Arteria carótida externa y plexo periarterial simpático
Nervio laríngeo recurrente derecho
Vena yugular interna
Arteria carótida común
Nervio vago (NC X)
Tronco simpático
Fascia prevertebral
Ramas tiroideas de la arteria tiroidea inferior
Glándula tiroides
Ganglio cervical medio
Nervio laríngeo recurrente
1.ª porción de la arteria subclavia
Arteria carótida común
Escaleno anterior
Nervio frénico
3.ª porción de la arteria subclavia
Vena subclavia
Extremo medial de la clavícula
(B) Vista anterior

FIGURA 8-25. Nervios del cuello. A. Se muestran el tronco y los ganglios simpáticos cervicales, las arterias carótidas y los plexos periarteriales simpáticos que los rodean. **B.** En esta vista de la raíz del cuello (lado derecho) se ha extirpado la clavícula y se han extraído secciones de la arteria carótida común y la vena yugular interna. El lóbulo derecho de la glándula tiroides se ha reclinado para mostrar los nervios y el ganglio (simpático) cervical medio.

esófago y todos los músculos intrínsecos de la laringe excepto el cricotiroideo.

Los **ramos cardíacos del NC X** se originan tanto en el cuello como en el tórax, y transportan fibras parasimpáticas presinápticas y aferentes viscerales hacia el plexo nervioso cardíaco (v. cap. 1).

Nervios frénicos. Los nervios frénicos se forman en los bordes laterales de los músculos escalenos anteriores (figs. 8-24A y 8-25B), principalmente a partir del nervio C4, con contribuciones de C3 y C5. Los nervios frénicos descienden anteriores a los músculos escalenos anteriores, cubiertos por las VYI y los ECM. Pasan profundos a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda, entre las arterias y venas subclavias, y continúan a través del tórax para inervar al diafragma. Los nervios frénicos son importantes porque, además de su distribución sensitiva, proporcionan la única inervación motora de su mitad correspondiente del diafragma (v. detalles en cap. 2).

Troncos simpáticos. La **porción cervical de los troncos simpáticos** se sitúa anterolateral a la columna vertebral y se extiende superiormente hasta el nivel de la vértebra C1 o de la base del cráneo (figs. 8-24B y 8-25). Los troncos simpáticos no reciben ramos comunicantes blancos en el cuello (recuérdese que los ramos comunicantes blancos no están asociados a los nervios espinales cervicales). La porción cervical de los troncos contiene tres **ganglios simpáticos cervicales:** superior, medio e inferior. Estos ganglios reciben fibras presinápticas conducidas al tronco por los nervios espinales torácicos superiores y sus ramos comunicantes blancos asociados, que luego ascienden a través del tronco simpático hacia los ganglios. Después de establecer sinapsis con las neuronas postsinápticas en los ganglios simpáticos cervicales, las neuronas postsinápticas envían fibras a:

1. Los nervios espinales cervicales, a través de *ramos comunicantes grises.*
2. Las vísceras torácicas, a través de los *nervios esplácnicos cardiopulmonares.*
3. La cabeza y las vísceras del cuello, a través de *ramos arteriales cefálicos.*

Las últimas fibras acompañan a las arterias como *plexos periarteriales simpáticos*, especialmente las arterias vertebral y carótidas interna y externa (fig. 8-25).

En aproximadamente un 80 % de la población, el **ganglio cervical inferior** se fusiona con el primer ganglio torácico para formar el gran **ganglio cervicotorácico (ganglio estrellado).** Este ganglio con forma de estrella se sitúa anterior a la apófisis transversa de la vértebra C7, justo superior al cuello de la 1.ª costilla a cada lado y posterior al origen de la arteria vertebral (fig. 8-24B). Algunas fibras postsinápticas pasan desde el ganglio a través de ramos comunicantes grises hacia los ramos anteriores de los nervios espinales C7 y C8 (raíces del plexo braquial), y otras fibras pasan hacia el corazón a través del *nervio cardíaco cervical inferior* (un nervio esplácnico cardiopulmonar), que pasa a lo largo de la tráquea hacia el *plexo cardíaco* profundo. Otras fibras pasan a través de ramos arteriales y contribuyen al plexo nervioso periarterial simpático situado alrededor de la arteria vertebral mientras discurre hacia el interior de la cavidad craneal (fig. 8-25A).

El **ganglio cervical medio,** el más pequeño de los tres ganglios, en ocasiones está ausente. Cuando está presente, se sitúa en la cara anterior de la arteria tiroidea inferior, a nivel del cartílago cricoides y de la apófisis transversa de la vértebra C6, inmediatamente anterior a la arteria vertebral (figs. 8-25 y 8-27). Las fibras postsinápticas pasan desde el ganglio a través de ramos comunicantes grises hacia los ramos anteriores de los nervios espinales C5 y C6, y a través de un nervio cardíaco cervical medio (esplácnico cardiopulmonar) hacia el corazón; a partir de ramos arteriales, forman los plexos periarteriales para la glándula tiroides.

El **ganglio cervical superior** se localiza al nivel de las vértebras C1 y C2 (figs. 8-24B y 8-25A). Debido a su gran tamaño, constituye un buen punto de referencia para la localización del tronco simpático, pero puede ser necesario distinguirlo del gran ganglio sensorial (nodoso) del vago (NC X) cuando está presente. Las fibras postsinápticas pasan desde este ganglio a través de ramos arteriales cefálicos para formar el plexo simpático carotídeo interno y entrar luego en la cavidad craneal (fig. 8-25). Este ganglio también envía ramos arteriales para la arteria carótida externa y ramos grises para los ramos anteriores de los cuatro nervios espinales cervicales superiores. Otras fibras postsinápticas pasan desde el ganglio hacia el plexo nervioso cardíaco a través de un **nervio cardíaco cervical superior** (esplácnico cardiopulmonar; v. cap. 1).

ESTRUCTURAS PROFUNDAS DEL CUELLO

Bloqueo del ganglio cervicotorácico

La inyección de un anestésico alrededor del gran ganglio cervicotorácico bloquea la transmisión de estímulos a través de los ganglios cervicales y torácico superior. Este bloqueo ganglionar puede eliminar espasmos vasculares que afectan el encéfalo y los miembros superiores. También es útil para decidir si la resección quirúrgica del ganglio beneficiará a un paciente con una excesiva vasoconstricción en el miembro homolateral.

Lesión del tronco simpático en el cuello

Una lesión del tronco simpático en el cuello provoca una alteración simpática denominada *síndrome de Horner*, que se caracteriza por:

- Contracción de la pupila (*miosis*), provocada por la parálisis del músculo dilatador de la pupila (v. cap. 7).
- Caída del párpado superior (*ptosis*), provocada por parálisis del músculo liso (tarsal) entremezclado con el músculo estriado del elevador del párpado superior.
- Depresión del ojo (*enoftalmos*), probablemente causada por parálisis del músculo liso (orbitario) rudimentario en el suelo de la órbita.
- Vasodilatación y ausencia de sudoración en la cara y el cuello (*anhidrosis*), provocadas por pérdida de la inervación simpática (vasoconstrictora) de los vasos sanguíneos y las glándulas sudoríparas.

Puntos fundamentales

ESTRUCTURAS PROFUNDAS DEL CUELLO

Músculos prevertebrales. Los músculos prevertebrales, profundos a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda, están divididos en músculos vertebrales anteriores y laterales por el plano vasculonervioso de los plexos cervical y braquial y la arteria subclavia. ♦ Los músculos vertebrales anteriores flexionan la cabeza y el cuello; sin embargo, este movimiento normalmente se produce por acción de la gravedad junto con la contracción excéntrica de los extensores del cuello. ♦ Por tanto, los músculos vertebrales anteriores se utilizan principalmente cuando este movimiento se realiza contra resistencia, iniciando probablemente el movimiento, mientras que la fuerza de éste corre a cargo del ECM. ♦ Los músculos vertebrales laterales flexionan lateralmente el cuello, participan en la rotación del cuello y fijan o elevan las costillas más altas durante la inspiración forzada.

Raíz del cuello. Las ramas del arco de la aorta se bifurcan y/o atraviesan la raíz del cuello, y las ramas de la arteria subclavia también se originan aquí. ♦ La VYI y la vena subclavia convergen en la raíz del cuello para constituir las venas braquiocefálicas. ♦ Los troncos linfáticos principales (conducto linfático derecho y conducto torácico) se introducen en los ángulos venosos formados por la convergencia de estas venas. ♦ Los nervios frénico y vago entran en el tórax pasando anteriores a las arterias subclavias y posteriores a las venas braquiocefálicas. ♦ Los troncos simpáticos y los nervios laríngeos recurrentes atraviesan la raíz del cuello por detrás de las arterias, al igual que las estructuras viscerales (tráquea y esófago). ♦ La porción cervical de los troncos simpáticos incluye tres ganglios simpáticos cervicales (inferior, medio y superior), en los cuales las fibras presinápticas de la médula espinal torácica superior hacen sinapsis con las neuronas postsinápticas. ♦ Estas neuronas envían fibras a los nervios espinales cervicales, a través de ramos comunicantes grises; a la cabeza y las vísceras del cuello, a través de ramos arteriales cefálicos y plexos periarteriales; y a las vísceras torácicas, a través de nervios cardíacos (esplácnicos cardiopulmonares).

VÍSCERAS DEL CUELLO

Las vísceras cervicales están dispuestas en tres capas, denominadas según su función principal (fig. 8-26). De superficial a profunda son:

1. La *capa endocrina:* las glándulas tiroides y paratiroides.
2. La *capa respiratoria:* la laringe y la tráquea.
3. La *capa alimentaria:* la faringe y el esófago.

Capa endocrina de las vísceras cervicales

Los órganos cervicales de la **capa endocrina** forman parte del sistema endocrino corporal de glándulas secretoras de hormonas sin conducto excretor. La glándula tiroides es la glándula endocrina más grande del organismo. Produce *hormonas tiroideas,* que controlan la tasa de metabolismo, y *calcitonina,* una hormona que controla el metabolismo del calcio. La glándula tiroides actúa sobre todas las áreas del organismo, con excepción de ella misma y del bazo, los testículos y el útero. La hormona producida por las glándulas paratiroides, la *parathormona* (PTH), controla el metabolismo del fósforo y el calcio en la sangre. Las glándulas paratiroides actúan sobre el esqueleto, los riñones y el intestino.

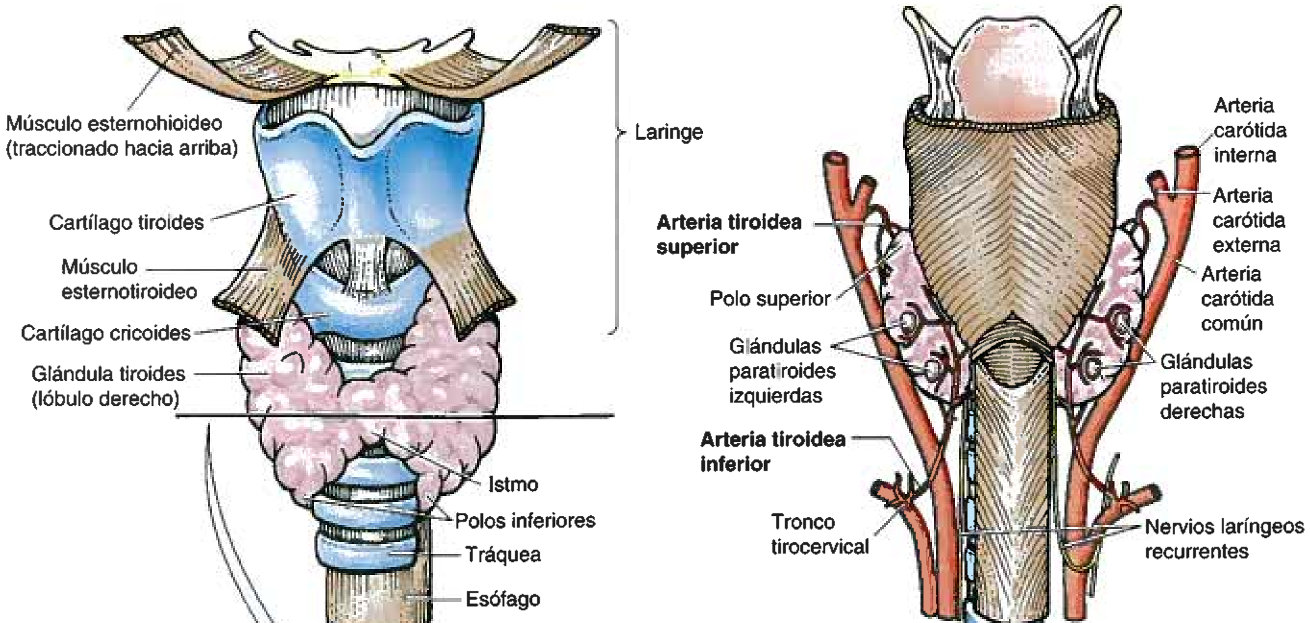
GLÁNDULA TIROIDES

La **glándula tiroides** se sitúa profunda a los músculos esternotiroideos y esternohioideos, localizándose anteriormente en el cuello, a nivel de las vértebras C5-T1 (fig. 8-26). Está compuesta principalmente por los **lóbulos** derecho e izquierdo, anterolaterales a la laringe y la tráquea. Un **istmo** relativamente delgado une los lóbulos sobre la tráquea, normalmente anterior a los anillos traqueales segundo y tercero. La glándula tiroides está rodeada por una delgada **cápsula fibrosa,** que envía tabiques hacia la profundidad de la glándula. La cápsula está fijada mediante tejido conectivo denso al cartílago cricoides y a los anillos traqueales superiores. Externa a la cápsula hay una vaina fascial laxa formada por la porción visceral de la lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda.

Arterias de la glándula tiroides. La glándula tiroides, altamente vascularizada, se encuentra irrigada por las **arterias tiroideas** superiores e inferiores (figs. 8-26B y 8-27). Estos vasos se sitúan entre la cápsula fibrosa y la vaina fascial laxa. Normalmente, las primeras ramas de las arterias carótidas externas, las **arterias tiroideas superiores,** descienden hacia los polos superiores de la glándula, perforan la lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda y se dividen en ramas anterior y posterior, que irrigan principalmente las caras anterosuperiores de la glándula.

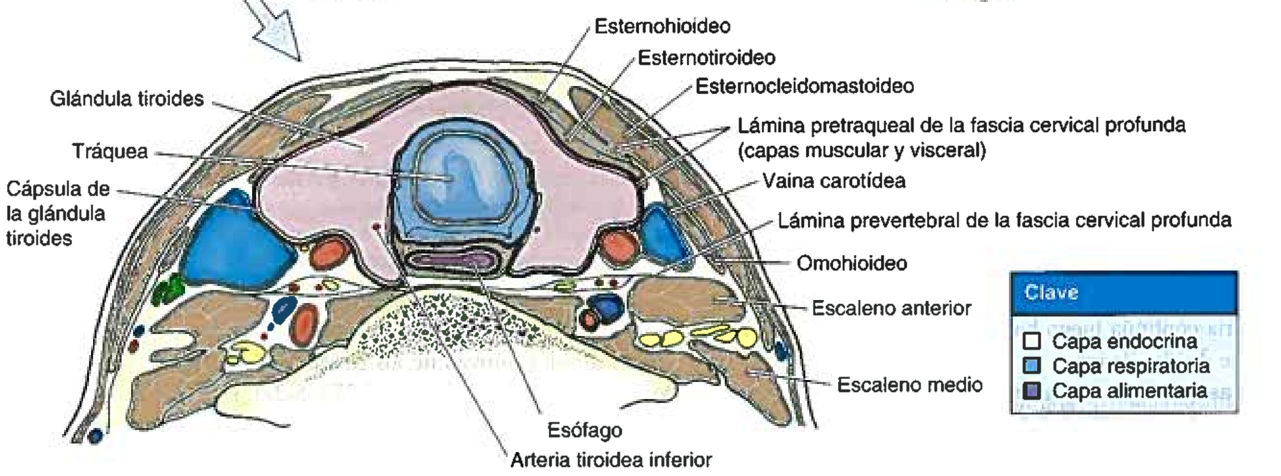
Las *arterias tiroideas inferiores,* las ramas más grandes de los troncos tirocervicales que se originan de las arterias subclavias, discurren superomedialmente posteriores a las vainas carotídeas para alcanzar la cara posterior de la *glándula tiroides.* Se dividen en varias ramas que perforan la lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda e irrigan la cara posteroinferior, incluyendo los **polos inferiores de la glándula.** Las arterias tiroideas inferiores y superiores derechas e izquierdas se anastomosan ampliamente dentro de la glándula y aseguran su irrigación, además de proporcionar una posible circulación colateral entre las arterias subclavias y carótidas externas.

En un 10 % de la población, aproximadamente, una pequeña **arteria tiroidea ima** impar se origina del tronco braquiocefálico (v. el cuadro azul «Arteria tiroidea ima», p. 1040); no obstante, puede originarse del arco de la aorta o de las arterias carótida común derecha, subclavia derecha o torácica interna derecha. Cuando está presente, esta pequeña arteria asciende por la cara anterior de la tráquea, proporcionando pequeñas ramas para ella.

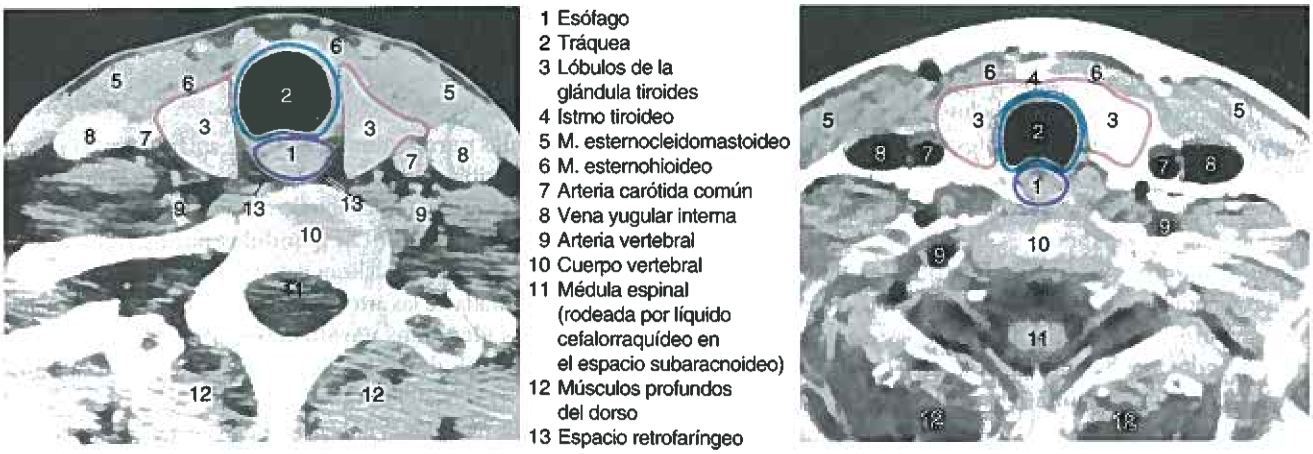

Músculo esternohioideo (traccionado hacia arriba)
Cartílago tiroides
Músculo esternotiroideo
Cartílago cricoides
Glándula tiroides (lóbulo derecho)
Laringe
Istmo
Polos inferiores
Tráquea
Esófago
Arteria tiroidea superior
Polo superior
Glándulas paratiroides izquierdas
Arteria tiroidea inferior
Tronco tirocervical
Arteria carótida interna
Arteria carótida externa
Arteria carótida común
Glándulas paratiroides derechas
Nervios laríngeos recurrentes

(A) Vista anterior

(B) Vista posterior


Esternohioideo
Esternotiroideo
Esternocleidomastoideo
Glándula tiroides
Tráquea
Cápsula de la glándula tiroides
Lámina pretraqueal de la fascia cervical profunda (capas muscular y visceral)
Vaina carotídea
Lámina prevertebral de la fascia cervical profunda
Omohioideo
Escaleno anterior
Escaleno medio
Esófago
Arteria tiroidea inferior
Clave
☐ Capa endocrina
🟦 Capa respiratoria
🟪 Capa alimentaria

(C) Sección transversal por el nivel indicado en la parte A


1 Esófago
2 Tráquea
3 Lóbulos de la glándula tiroides
4 Istmo tiroideo
5 M. esternocleidomastoideo
6 M. esternohioideo
7 Arteria carótida común
8 Vena yugular interna
9 Arteria vertebral
10 Cuerpo vertebral
11 Médula espinal (rodeada por líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo)
12 Músculos profundos del dorso
13 Espacio retrofaríngeo

(D) TC transversal a través de los lóbulos de la glándula tiroides

(E) RM transversal a través del istmo tiroideo

FIGURA 8-26. Relaciones de la glándula tiroides. A. Los músculos esternotiroideos se han seccionado para mostrar los lóbulos de la glándula tiroides normal. El istmo se localiza anterior a los anillos traqueales segundo y tercero. **B.** Las glándulas paratiroides normalmente se encuentran rodeadas por la cápsula fibrosa de la cara posterior de la glándula tiroides. **C** a **E.** Se indican las láminas funcionales de las vísceras cervicales. Los niveles de las imágenes radiológicas son cercanos al indicado en la parte **C.** (Parte **D** por cortesía del Dr. M. Keller, Medical Imaging, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada. Parte **E** por cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada).

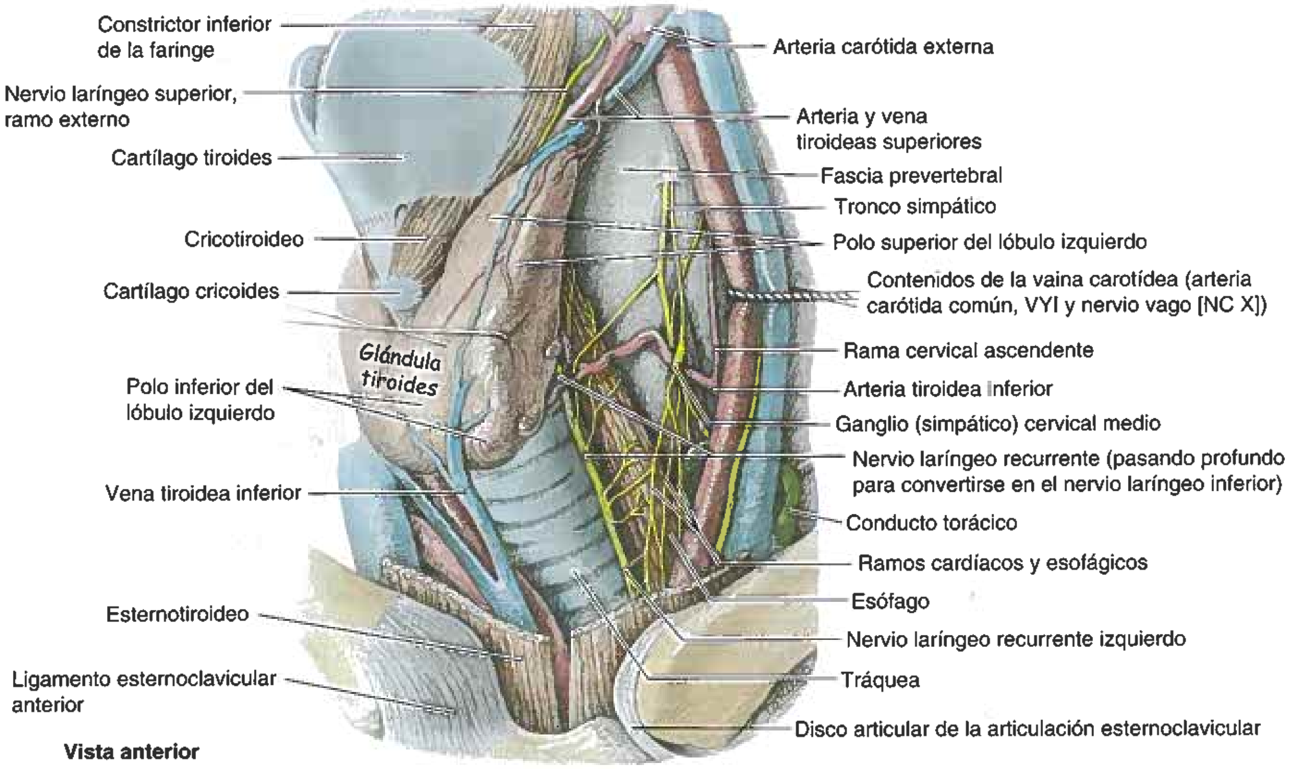

Constrictor inferior de la faringe
Nervio laríngeo superior, ramo externo
Cartílago tiroides
Cricotiroideo
Cartílago cricoides
Glándula tiroides
Polo inferior del lóbulo izquierdo
Vena tiroidea inferior
Esternotiroideo
Ligamento esternoclavicular anterior
Vista anterior
Arteria carótida externa
Arteria y vena tiroideas superiores
Fascia prevertebral
Tronco simpático
Polo superior del lóbulo izquierdo
Contenidos de la vaina carotídea (arteria carótida común, VYI y nervio vago [NC X])
Rama cervical ascendente
Arteria tiroidea inferior
Ganglio (simpático) cervical medio
Nervio laríngeo recurrente (pasando profundo para convertirse en el nervio laríngeo inferior)
Conducto torácico
Ramos cardíacos y esofágicos
Esófago
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Tráquea
Disco articular de la articulación esternoclavicular

FIGURA 8-27. Disección del lado izquierdo de la raíz del cuello. Las vísceras (glándula tiroides, tráquea y esófago) se han reclinado hacia la derecha, y los contenidos de la vaina carotídea izquierda se han reclinado hacia la izquierda. La vena tiroidea media no se ve debido a que se ha seccionado para permitir las citadas maniobras. El nervio laríngeo recurrente asciende al lado de la tráquea, en el ángulo entre la tráquea y el esófago. El conducto torácico pasa lateralmente, posterior a los contenidos de la vaina carotídea, mientras que el tronco tirocervical discurre medialmente. VYI, vena yugular interna.

La arteria continúa luego hasta el istmo de la glándula tiroides, donde se divide y la irriga.

Venas de la glándula tiroides. Normalmente, tres pares de venas tiroideas constituyen el **plexo venoso tiroideo** en la cara anterior de la glándula tiroides y la tráquea (figs. 8-27 y 8-28). Las **venas tiroideas superiores** acompañan a las arterias tiroideas superiores y drenan los **polos superiores** de la glándula tiroides; las **venas tiroideas medias** discurren por trayectos esencialmente paralelos al de las arterias tiroideas inferiores sin acompañarlas, y drenan la porción media de los lóbulos. Las **venas tiroideas inferiores,** normalmente independientes, drenan los polos inferiores. Las venas tiroideas superiores y medias desembocan en las VYI; las venas tiroideas inferiores drenan en las venas braquiocefálicas posteriormente al manubrio.

Drenaje linfático de la glándula tiroides. Los vasos linfáticos de la glándula tiroides discurren por el tejido conectivo interlobulillar, normalmente cerca de las arterias; comunican con una red capsular de vasos linfáticos. Desde aquí, los vasos pasan inicialmente hacia los **nódulos linfáticos prelaríngeos, pretraqueales** y **paratraqueales.** Los nódulos prelaríngeos drenan a su vez en los nódulos linfáticos cervicales superiores, y los nódulos pretraqueales y paratraqueales drenan en los nódulos cervicales profundos inferiores (fig. 8-29). Lateralmente, vasos linfáticos localizados a lo largo de las venas tiroideas superiores pasan directamente a los nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores. Algunos vasos linfáticos pueden drenar en los *nódulos linfáticos braquiocefálicos* o en el *conducto torácico* (fig. 8-27).

Nervios de la glándula tiroides. Los nervios de la glándula tiroides derivan de los *ganglios* (simpáticos) *cervicales superior, medio* e *inferior* (figs. 8-25 y 8-27). Llegan a la glándula a través de los *plexos periarteriales cardíacos* y *tiroideos superior* e *inferior* que acompañan a las arterias tiroideas. Estas fibras son vasomotoras, no secretomotoras. Causan constricción de los vasos sanguíneos. La secreción endocrina de la glándula tiroides es regulada hormonalmente por la hipófisis.

GLÁNDULAS PARATIROIDES

Las **glándulas paratiroides,** pequeñas, aplanadas y ovoides, normalmente se sitúan fuera de la cápsula tiroidea en la mitad medial de la cara posterior de cada lóbulo de la glándula tiroides, dentro de su vaina (fig. 8-30A). Las **glándulas paratiroides superiores** habitualmente se localizan a poco más de 1 cm superiores al punto de entrada de las arterias tiroideas inferiores en la glándula tiroides. Las **glándulas paratiroides inferiores** suelen encontrarse a poco más de 1 cm inferiores al punto de entrada arterial (Skandalakis *et al.*, 1995).

La mayor parte de la población tiene cuatro glándulas paratiroides. Un 5 %, aproximadamente, tiene más, y algunos sólo tienen dos. Las glándulas paratiroides superiores, de posición más constante que las inferiores, se localizan con frecuencia a nivel del borde inferior del cartílago cricoides. Normalmente, las glándulas paratiroides inferiores suelen estar cerca de los polos inferiores de la glándula tiroides, aunque pueden situarse en localizaciones diversas (fig. 8-30B). En el 1 % a 5 % de la población se encuentra

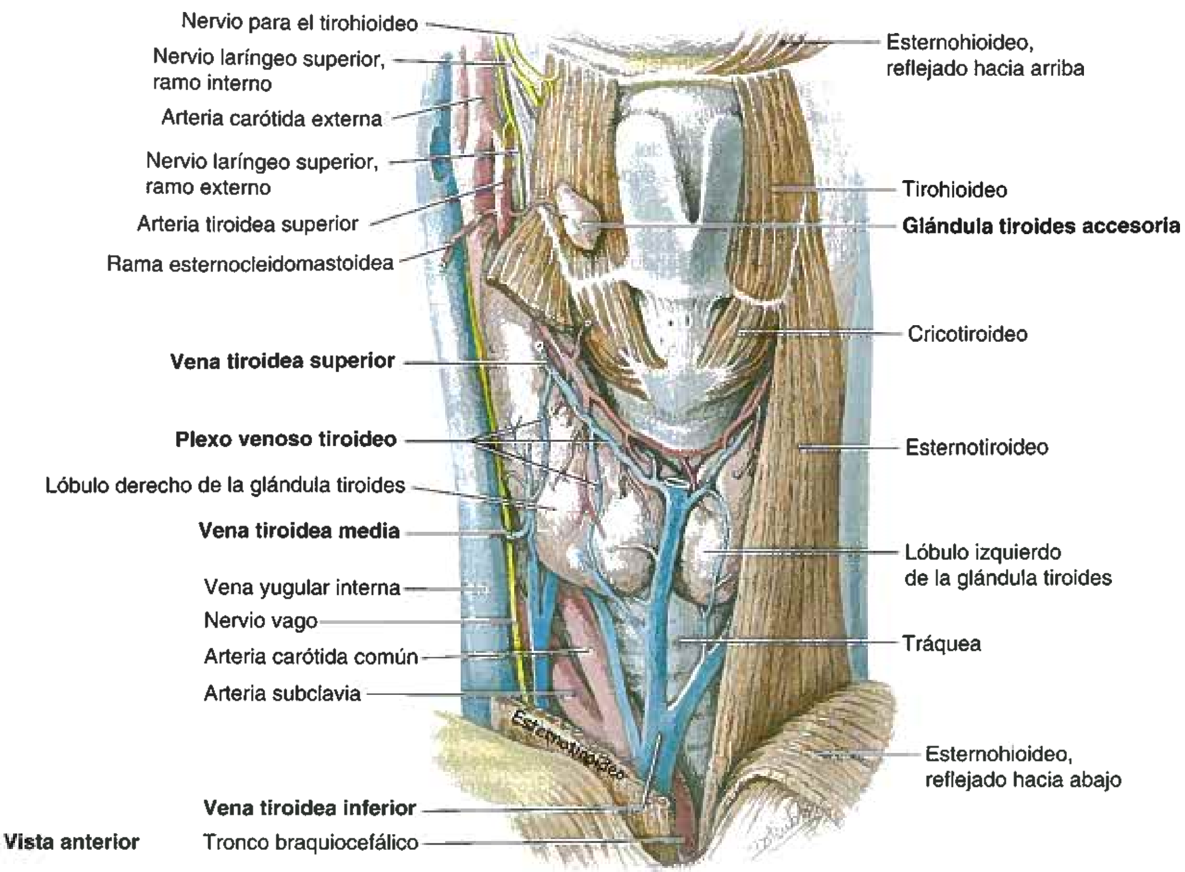

Nervio para el tirohioideo
Nervio laríngeo superior, ramo interno
Arteria carótida externa
Nervio laríngeo superior, ramo externo
Arteria tiroidea superior
Rama esternocleidomastoidea
Vena tiroidea superior
Plexo venoso tiroideo
Lóbulo derecho de la glándula tiroides
Vena tiroidea media
Vena yugular interna
Nervio vago
Arteria carótida común
Arteria subclavia
Vena tiroidea inferior
Vista anterior
Tronco braquiocefálico
Esternohioideo, reflejado hacia arriba
Tirohioideo
Glándula tiroides accesoria
Cricotiroideo
Esternotiroideo
Lóbulo izquierdo de la glándula tiroides
Tráquea
Esternohioideo, reflejado hacia abajo
Esternohioideo

FIGURA 8-28. **Glándula tiroides.** Se muestra una disección de la cara anterior del cuello. En este espécimen hay una pequeña glándula tiroides accesoria a la derecha, localizada sobre el músculo tirohioideo, lateral al cartílago tiroides. La arteria tiroidea superior se distribuye principalmente por la porción anterosuperior de la glándula.

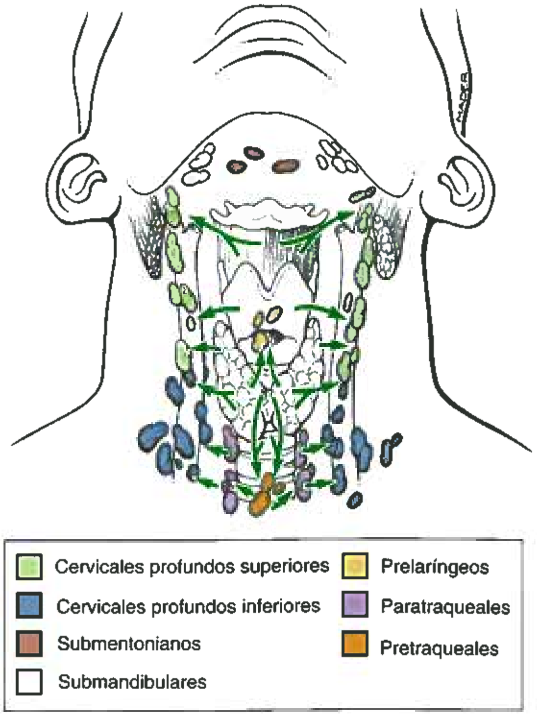

🟩 Cervicales profundos superiores
🟦 Cervicales profundos inferiores
🟫 Submentonianos
☐ Submandibulares
🟨 Prelaríngeos
🟪 Paratraqueales
🟧 Pretraqueales

FIGURA 8-29. **Drenaje linfático de la glándula tiroides, la laringe y la tráquea.** Las *flechas* indican la dirección del flujo de linfa.

una glándula paratiroides inferior profunda en el mediastino superior (Norton y Wells, 1994).

Vasos de las glándulas paratiroides. Dado que las *arterias tiroideas inferiores* proporcionan la irrigación principal de la cara posterior de la glándula tiroides donde se localizan las glándulas paratiroides, normalmente las irrigan ramas de estas arterias (fig. 8-30A). Sin embargo, también pueden estar irrigadas por ramas de las arterias tiroideas superiores, la arteria tiroidea ima o las arterias laríngeas, traqueales y esofágicas. Las **venas paratiroideas** drenan en el *plexo venoso tiroideo* de la glándula tiroides y la tráquea (fig. 8-28). Los *vasos linfáticos* de las glándulas paratiroides drenan, con los de la glándula tiroides, en los nódulos linfáticos cervicales profundos y los nódulos linfáticos paratraqueales (fig. 8-29).

Nervios de las glándulas paratiroides. La inervación de las glándulas paratiroides es abundante; deriva de ramos tiroideos de los ganglios simpáticos cervicales (fig. 8-25). Al igual que los nervios de la glándula tiroides, son vasomotores, pero no secretomotores, ya que estas glándulas se regulan hormonalmente.

Capa respiratoria de las vísceras cervicales

Las vísceras de la **capa respiratoria,** la *laringe* y la *tráquea,* participan en las funciones respiratorias corporales. Las principales funciones de las vísceras cervicales respiratorias son:

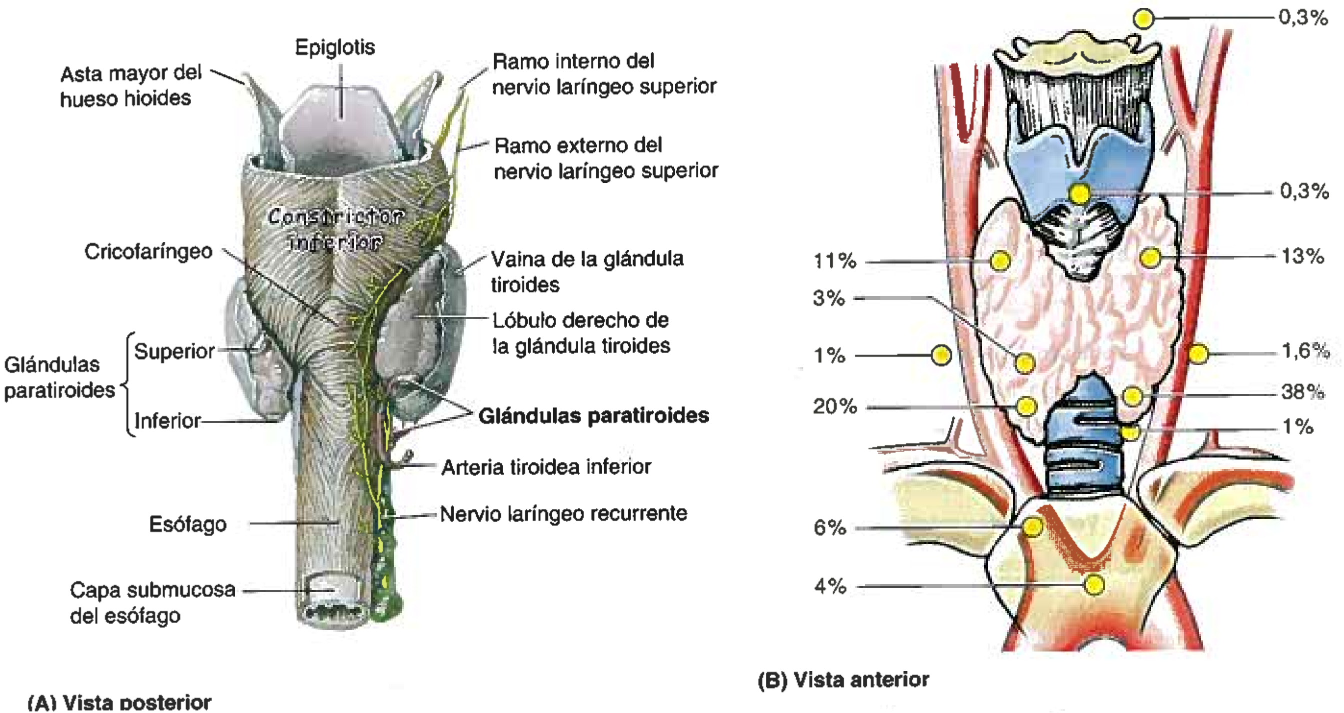

Epiglotis
Asta mayor del hueso hioides
Ramo interno del nervio laríngeo superior
Ramo externo del nervio laríngeo superior
Constrictor inferior
Cricofaríngeo
Vaina de la glándula tiroides
Lóbulo derecho de la glándula tiroides
Glándulas paratiroides
Superior
Inferior
Glándulas paratiroides
Arteria tiroidea inferior
Esófago
Nervio laríngeo recurrente
Capa submucosa del esófago
(A) Vista posterior
0,3%
0,3%
11%
13%
3%
1%
1,6%
38%
20%
1%
6%
4%
(B) Vista anterior

FIGURA 8-30. **Glándulas tiroides y paratiroides. A.** La vaina tiroidea se ha disecado desde la cara posterior de la glándula tiroides para mostrar las tres glándulas paratiroides que engloba. Las dos glándulas paratiroides del lado derecho están bastante bajas, y la glándula inferior se encuentra por debajo de la glándula tiroides. **B.** Se muestran los lugares y las frecuencias del tejido glandular paratiroideo aberrante.

- Dirigir el aire y el alimento hacia la vía respiratoria y el esófago, respectivamente.
- Proporcionar una vía aérea permeable y un mecanismo que permita sellarla de manera temporal.
- Producir la voz.

LARINGE

La **laringe** es el complejo órgano de producción de la voz (la «caja de voz»); se compone de nueve cartílagos conectados por membranas y ligamentos, y contiene los *pliegues (cuerdas) vocales*. La laringe se encuentra en la parte anterior del cuello, a nivel de los

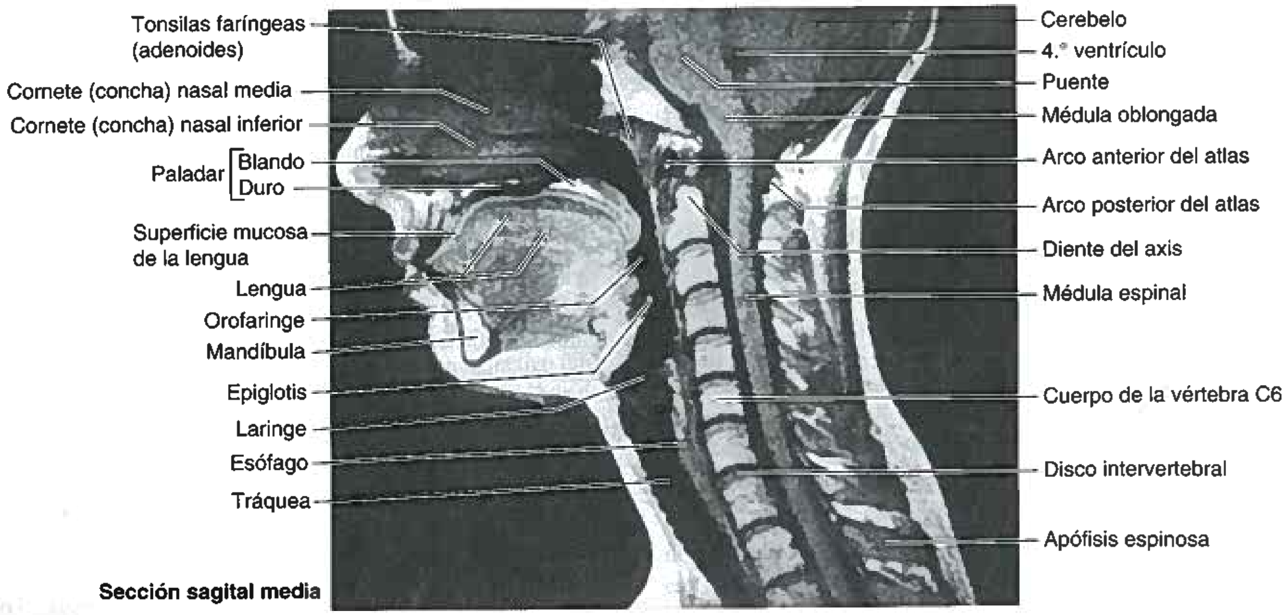

Tonsilas faríngeas (adenoides)
Cornete (concha) nasal media
Cornete (concha) nasal inferior
Paladar
Blando
Duro
Superficie mucosa de la lengua
Lengua
Orofaringe
Mandíbula
Epiglotis
Laringe
Esófago
Tráquea
Sección sagital media
Cerebelo
4.º ventrículo
Puente
Médula oblongada
Arco anterior del atlas
Arco posterior del atlas
Diente del axis
Médula espinal
Cuerpo de la vértebra C6
Disco intervertebral
Apófisis espinosa

FIGURA 8-31. **RM sagital media de la cabeza (viscerocráneo) y el cuello.** Dado que los trayectos del aire y la comida comparten la orofaringe, se debe producir la separación de la comida y el aire para continuar en la tráquea (anterior) y el esófago (posterior). (Cortesía del Dr. W. Kucharczyk, Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

cuerpos de las vértebras C3-6. Conecta la porción inferior de la faringe (orofaringe) con la tráquea (fig. 8-31). Aunque habitualmente es más conocida por su papel como mecanismo de fonación para la producción de la voz, su función más esencial es proteger las vías respiratorias, especialmente durante la deglución, cuando actúa como un «esfínter» o «válvula» del tracto respiratorio inferior y mantiene así una vía aérea permeable.

Esqueleto laríngeo. El esqueleto de la laringe está *constituido por nueve cartílagos:* tres son impares (tiroides, cricoides y epiglótico) y los otros tres pares (aritenoides, corniculado y cuneiforme) (fig. 8-32A y B).

El **cartílago tiroides** es el mayor de los cartílagos; su borde superior se sitúa frente a la vértebra C4. Los dos tercios inferiores de sus dos **láminas,** con forma de escudo, están fusionados anteriormente en el plano medio y forman la **prominencia laríngea** (fig. 8-32A y D). Esta prominencia («nuez de Adán») se encuentra claramente marcada en los hombres, pero en las mujeres es raramente visible. Por encima de esta prominencia, las láminas divergen para formar una **escotadura tiroidea superior** en forma de V. La **escotadura tiroidea inferior,** menos patente, es una ligera hendidura en el centro del borde inferior del cartílago.

El borde posterior de cada lámina se proyecta superiormente como el **asta superior** e inferiormente como el **asta inferior.** El borde superior y las astas superiores se unen al hioides mediante la **membrana tirohioidea** (fig. 8-32A y B). La porción media, gruesa, de esta membrana constituye el **ligamento tirohioideo medio;** sus porciones laterales forman los **ligamentos tirohioideos laterales.**

Las astas inferiores se articulan con las caras laterales del cartílago cricoides mediante las **articulaciones cricotiroideas** (fig. 8-32B). Los movimientos principales en estas articulaciones son la rotación y el deslizamiento del cartílago tiroides, que provocan cambios en la longitud de los pliegues vocales. El **cartílago cricoides** tiene una forma parecida a un anillo de sello con su aro orientado anteriormente. Esta abertura anular del cartílago tiene el diámetro de un dedo de tamaño medio. La porción posterior (sello) del cartílago cricoides es la **lámina,** y la porción anterior (aro) es el **arco** (fig. 8-32A). Aunque es mucho más pequeño que el cartílago tiroides, el cartílago cricoides es más grueso y más fuerte, y es el único anillo completo de cartílago que rodea una parte de la vía aérea. Se une al borde inferior del cartílago tiroides mediante el **ligamento cricotiroideo medio** y al primer anillo traqueal mediante el **ligamento cricotraqueal.** El ligamento cricotiroideo medio puede notarse como una zona blanda durante la palpación inferior al cartílago tiroides, en la zona en que la laringe está más próxima a la piel y es más accesible.

Los dos **cartílagos aritenoides** son cartílagos piramidales con tres caras que se articulan con las porciones laterales del borde superior de la lámina del cartílago cricoides (fig. 8-32B). Cada cartílago tiene superiormente un vértice, una apófisis vocal anteriormente y una gran apófisis muscular que se proyecta lateralmente desde su base. El **vértice** soporta al cartílago corniculado y se une al pliegue aritenoepiglótico. La **apófisis vocal** proporciona la inserción posterior para el ligamento vocal, y la apófisis muscular actúa como palanca en la cual se insertan los músculos cricoaritenoideos posterior y lateral. Las **articulaciones cricoaritenoideas,** localizadas entre las bases de los cartílagos aritenoides y las caras superolaterales de la lámina del cartílago cricoides (fig. 8-32B), permiten el deslizamiento de los cartílagos aritenoides, alejándose o aproximándose entre sí, la basculación anterior y posterior, y la rotación. Estos movimientos son importantes en la aproximación, la tensión y la relajación de los pliegues vocales.

Los **ligamentos vocales,** elásticos, se extienden desde la unión de las láminas del cartílago tiroides anteriormente hasta la apófisis vocal del cartílago aritenoides posteriormente (fig. 8-32E). Los ligamentos vocales forman el esqueleto submucoso de los pliegues vocales. Los ligamentos vocales son el borde superior libre engrosado del **cono elástico** o **membrana cricovocal.** Las porciones de la membrana que se extienden lateralmente entre los pliegues vocales y el borde superior del cricoides son los **ligamentos cricotiroideos laterales.** El fibroelástico cono elástico se fusiona anteriormente con el *ligamento cricotiroideo medio.* El cono elástico y la mucosa que lo recubre cierran la entrada a la tráquea, excepto por la **hendidura glótica** central (abertura entre los pliegues vocales).

El **cartílago epiglótico,** constituido por cartílago elástico, proporciona flexibilidad a la **epiglotis,** un cartílago con forma de corazón recubierto de mucosa (fig. 8-32B). Situado posterior a la raíz de la lengua y al hioides, y anterior a la **entrada de la laringe,** el cartílago epiglótico forma la porción superior de la pared anterior y el borde superior de la entrada. Su extremo superior, ancho, es libre. Su extremo inferior afilado, el **pecíolo de la epiglotis** (tallo de la epiglotis), se une al ángulo formado por las láminas tiroideas mediante el **ligamento tiroepiglótico** (fig. 8-32E). El **ligamento hioepiglótico** une la cara anterior del cartílago epiglótico al hueso hioides (fig. 8-33). La **membrana cuadrangular** (figs. 8-32B y 8-34) es una delgada lámina submucosa de tejido conectivo que se extiende entre las caras laterales de los cartílagos aritenoides y epiglótico. Su borde inferior libre constituye el **ligamento vestibular,** que está cubierto laxamente por mucosa para formar el **pliegue vestibular** (fig. 8-34). Este pliegue se sitúa superior al pliegue vocal y se extiende desde el cartílago tiroides hasta el cartílago aritenoides. El borde superior libre de la membrana cuadrangular forma el **ligamento aritenoepiglótico,** que se recubre de mucosa para formar el **pliegue aritenoepiglótico.** Los **cartílagos corniculados** y **cuneiformes** aparecen como pequeños nodulillos en la porción posterior de los pliegues aritenoepiglóticos. Los cartílagos corniculados se unen a los vértices de los cartílagos aritenoides; los cartílagos cuneiformes no se unen directamente a los otros cartílagos. La membrana cuadrangular y el cono elástico son las porciones superior e inferior de la **membrana fibroelástica** submucosa **de la laringe.**

Interior de la laringe. La **cavidad laríngea** se extiende desde la *entrada de la laringe,* a través de la cual se comunica con la *laringofaringe,* hasta el nivel del borde inferior del cartílago cricoides. Ahí, la cavidad laríngea se continúa con la cavidad de la tráquea (figs. 8-34 y 8-35A y B). La cavidad de la laringe incluye:

- El **vestíbulo laríngeo:** entre la entrada de la laringe y los pliegues vestibulares.
- La **porción media de la cavidad laríngea:** la cavidad central (vía aérea) entre los pliegues vestibulares y vocales.
- Los **ventrículos laríngeos:** recesos que se extienden lateralmente desde la porción media de la cavidad laríngea, entre los pliegues vestibular y vocal. El **sáculo laríngeo** es un saco ciego

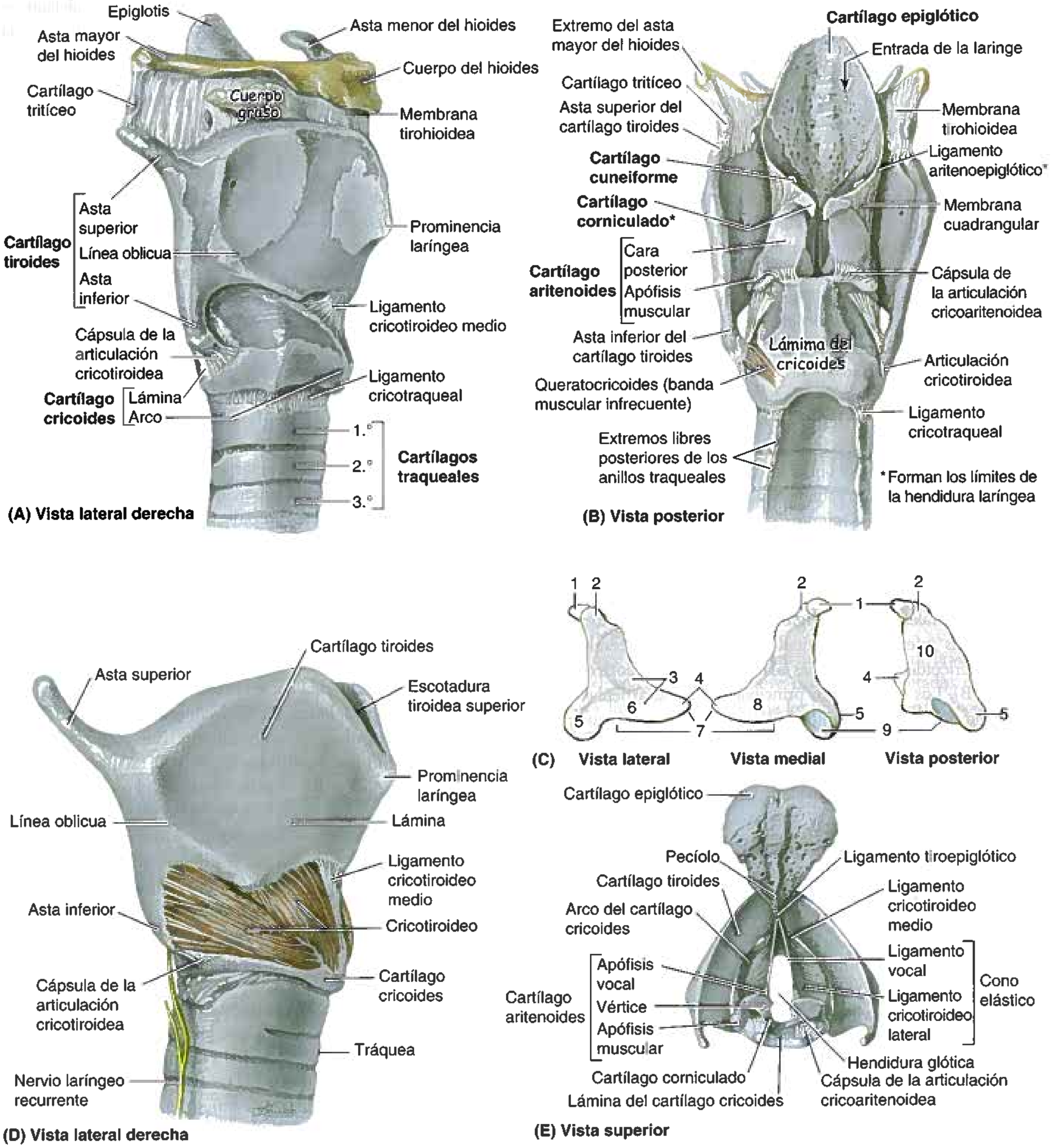

Epiglotis
Asta mayor del hioides
Asta menor del hioides
Cuerpo del hioides
Cartílago tritíceo
Cuerpo graso
Membrana tirohioidea
Cartílago tiroides
Asta superior
Línea oblicua
Asta inferior
Prominencia laríngea
Ligamento cricotiroideo medio
Cápsula de la articulación cricotiroidea
Cartílago cricoides
Lámina
Arco
Ligamento cricotraqueal
1.°
2.°
3.°
Cartílagos traqueales
(A) Vista lateral derecha
Extremo del asta mayor del hioides
Cartílago epiglótico
Entrada de la laringe
Cartílago tritíceo
Asta superior del cartílago tiroides
Membrana tirohioidea
Cartílago cuneiforme
Ligamento aritenoepiglótico*
Cartílago corniculado*
Membrana cuadrangular
Cartílago aritenoides
Cara posterior
Apófisis muscular
Cápsula de la articulación cricoaritenoidea
Asta inferior del cartílago tiroides
Lámima del cricoides
Articulación cricotiroidea
Queratocricoides (banda muscular infrecuente)
Ligamento cricotraqueal
Extremos libres posteriores de los anillos traqueales
*Forman los límites de la hendidura laríngea
(B) Vista posterior
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
(C) Vista lateral
Vista medial
Vista posterior
Cartílago tiroides
Asta superior
Escotadura tiroidea superior
Prominencia laríngea
Línea oblicua
Lámina
Ligamento cricotiroideo medio
Asta inferior
Cricotiroideo
Cápsula de la articulación cricotiroidea
Cartílago cricoides
Tráquea
Nervio laríngeo recurrente
(D) Vista lateral derecha
Cartílago epiglótico
Pecíolo
Ligamento tiroepiglótico
Cartílago tiroides
Arco del cartílago cricoides
Ligamento cricotiroideo medio
Cartílago aritenoides
Apófisis vocal
Vértice
Apófisis muscular
Ligamento vocal
Ligamento cricotiroideo lateral
Cono elástico
Cartílago corniculado
Lámina del cartílago cricoides
Hendidura glótica
Cápsula de la articulación cricoaritenoidea
(E) Vista superior

FIGURA 8-32. Esqueleto de la laringe. A. El hioides no es parte de la laringe, aunque está conectado firmemente a ella. La laringe se extiende verticalmente desde la punta de la epiglotis, que tiene forma de corazón, hasta el borde inferior del cartílago cricoides. **B.** El cartílago tiroides protege los cartílagos más pequeños de la laringe, y el hioides protege la porción superior del cartílago epiglótico. **C.** Se muestran tres vistas de un cartílago aritenoides aislado. 1, cartílago corniculado; 2, vértice del cartílago aritenoides; 3, cara anterolateral; 4, apófisis vocal (se proyecta anteriormente, proporciona inserción al ligamento vocal); 5, apófisis muscular (se proyecta lateralmente, para la inserción de los músculos cricoaritenoideos posterior y lateral); 6, fosita oblonga (para la inserción del músculo tiroaritenoideo); 7, base; 8, cara medial; 9, cara articular; 10, cara posterior. **D.** Se muestran el cartílago tiroides y el músculo cricotiroideo. El músculo mueve la articulación cricotiroidea. **E.** El cartílago epiglótico está agujereado por las glándulas mucosas y su pecíolo (tallo) está unido, por el ligamento tiroepiglótico, al ángulo del cartílago tiroides por encima de los ligamentos vocales. El ligamento vocal, que forma el esqueleto del pliegue vocal, se extiende desde la apófisis vocal del cartílago aritenoides hasta el «ángulo» del cartílago tiroides, y allí se une a su pareja por debajo del ligamento tiroepiglótico.

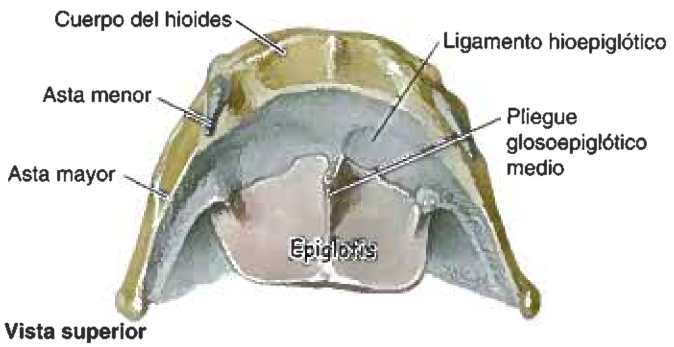

Cuerpo del hioides
Ligamento hioepiglótico
Asta menor
Pliegue glosoepiglótico medio
Asta mayor
Epiglotis
Vista superior

FIGURA 8-33. Epiglotis y ligamento hioepiglótico. La epiglotis es una lámina de fibrocartílago elástico en forma de hoja, que está cubierta con mucosa *(rosa)* y está insertada anteriormente al hioides mediante el ligamento hioepiglótico *(gris)*. La epiglotis actúa como una válvula derivadora sobre la abertura superior de la laringe durante la deglución.

que desemboca en cada ventrículo y que está tapizado con glándulas mucosas.

- La **cavidad infraglótica:** la cavidad inferior de la laringe entre los pliegues vocales y el borde inferior del cartílago cricoides, donde se continúa con la luz de la tráquea.

Los **pliegues vocales** (cuerdas vocales) regulan la producción de sonido (figs. 8-35 y 8-36). El vértice de cada pliegue, con forma de cuña, se proyecta medialmente hacia la cavidad laríngea. Cada pliegue vocal contiene:

- Un *ligamento vocal*, constituido por tejido elástico engrosado que es el borde medial libre del cono elástico.
- Un *músculo vocal*, constituido por fibras musculares excepcionalmente delgadas, inmediatamente laterales a los ligamentos vocales y que terminan a intervalos relacionados con la longitud de los ligamentos vocales (fig. 8-37).

Los pliegues vocales son los pliegues afilados de mucosa que rodean e incluyen los ligamentos vocales y los músculos tiroaritenoideos. Son la fuente de los sonidos (tonos) procedentes de la laringe. Estos pliegues producen vibraciones audibles cuando sus bordes libres se acercan mucho (pero sin juntarse) durante la fonación y el aire es espirado de forma intermitente y forzada (fig. 8-36C). Los pliegues vocales también actúan como esfínter inspiratorio principal de la laringe cuando están fuertemente cerrados. La aducción completa de los pliegues forma un esfínter eficaz que impide la entrada de aire.

La **glotis** (el aparato vocal de la laringe) comprende los pliegues y apófisis vocales, junto con la **hendidura glótica,** la abertura entre los pliegues vocales (fig. 8-35C). La forma de la hendidura glótica varía en función de la posición de los pliegues vocales (fig. 8-36). Durante la respiración normal, la hendidura glótica es estrecha y cuneiforme; durante la respiración forzada, es ancha y de forma trapezoidal. La hendidura glótica tiene forma de hendidura cuando los pliegues vocales se aproximan estrechamente durante la fonación. La variación en la tensión y longitud de los pliegues vocales,

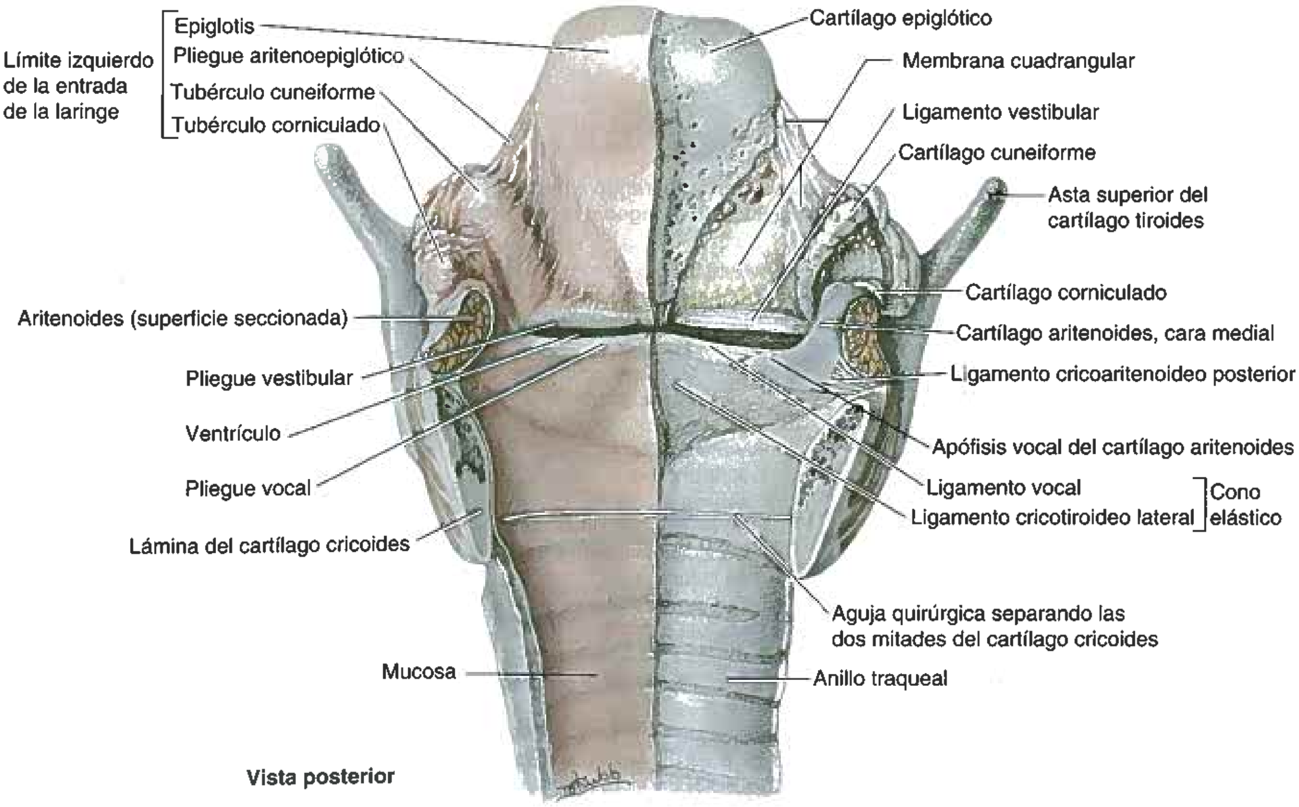
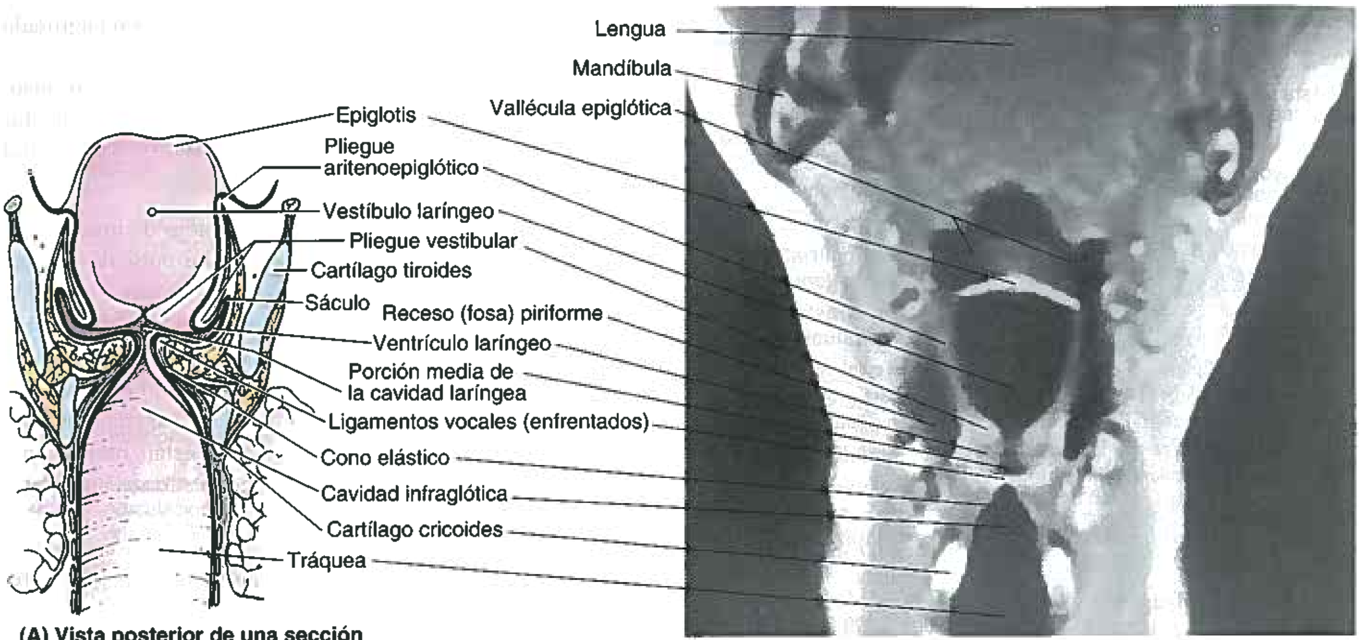
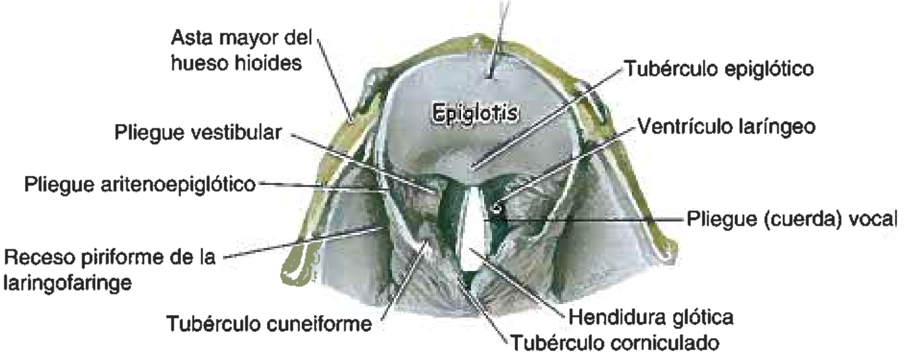

Límite izquierdo de la entrada de la laringe
Epiglotis
Pliegue aritenoepiglótico
Tubérculo cuneiforme
Tubérculo corniculado
Cartílago epiglótico
Membrana cuadrangular
Ligamento vestibular
Cartílago cuneiforme
Asta superior del cartílago tiroides
Cartílago corniculado
Aritenoides (superficie seccionada)
Cartílago aritenoides, cara medial
Ligamento cricoaritenoideo posterior
Pliegue vestibular
Ventrículo
Apófisis vocal del cartílago aritenoides
Pliegue vocal
Ligamento vocal
Ligamento cricotiroideo lateral
Cono elástico
Lámina del cartílago cricoides
Aguja quirúrgica separando las dos mitades del cartílago cricoides
Mucosa
Anillo traqueal
Vista posterior

FIGURA 8-34. Interior de la laringe. La pared posterior de la laringe está hendida en el plano medio, y las dos caras se han separado y se mantienen así utilizando una aguja quirúrgica. En el lado izquierdo, la mucosa está intacta. En el lado derecho, las capas mucosa y submucosa se han despegado, y su esqueleto —que consta de cartílagos, ligamentos y membrana fibroelástica— no está revestido.

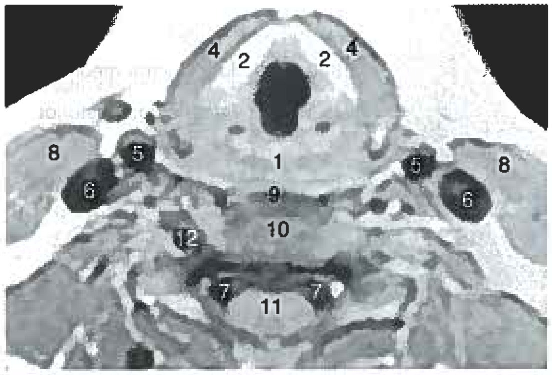

Lengua
Mandíbula
Vallécula epiglótica
Epiglotis
Pliegue aritenoepiglótico
Vestíbulo laríngeo
Pliegue vestibular
Cartílago tiroides
Sáculo
Receso (fosa) piriforme
Ventrículo laríngeo
Porción media de la cavidad laríngea
Ligamentos vocales (enfrentados)
Cono elástico
Cavidad infraglótica
Cartílago cricoides
Tráquea

(A) Vista posterior de una sección coronal de la laringe

(B) RM coronal (plano indicado en fig. 8-41A y B)

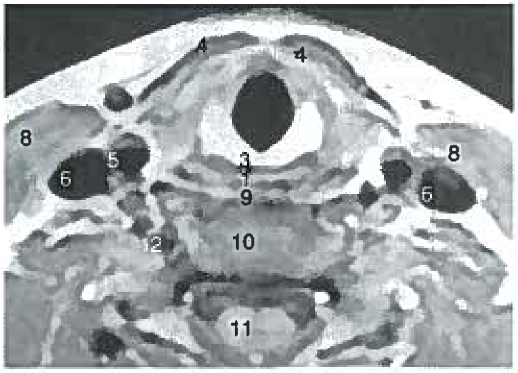

Asta mayor del hueso hioides
Epiglotis
Tubérculo epiglótico
Ventrículo laríngeo
Pliegue vestibular
Pliegue aritenoepiglótico
Pliegue (cuerda) vocal
Receso piriforme de la laringofaringe
Tubérculo cuneiforme
Hendidura glótica
Tubérculo corniculado

(C) Vista posterosuperior, mirando anteroinferiormente a través del vestíbulo laríngeo y la hendidura glótica


4
2
2
4
8
5
1
5
8
6
9
6
10
12
7
7
11

(D) RM transversal de la laringe a nivel del cartílago tiroides

1 Esófago
2 Cartílago tiroides
3 Lámina del cartílago cricoides
4 Músculos esternotiroideo y esternohioideo
5 Arteria carótida común
6 Vena yugular interna
7 Raíz anterior del nervio espinal
8 M. esternocleidomastoideo
9 Constrictor inferior de la faringe
10 Cuerpo vertebral
11 Médula espinal
12 Arteria vertebral


4
4
8
5
3
1
9
8
6
6
12
10
11

(E) RM transversal de la laringe a nivel del cartílago cricoides

FIGURA 8-35. Pliegues y compartimientos de la laringe. A. Esta sección coronal muestra los compartimientos de la laringe: el vestíbulo, el compartimiento medio con los ventrículos izquierdo y derecho, y la cavidad infraglótica. **B.** Esta RM muestra las vallécuIas epiglóticas de la orofaringe, los recesos piriformes de la laringofaringe y los pliegues vestibulares y vocales de la laringe. **C.** La hendidura glótica (el espacio entre los pliegues vocales) es visible a través de la entrada de la laringe y el vestíbulo. La entrada de la laringe está limitada: *1)* anteriormente por el borde curvado libre de la epiglotis; *2)* posteriormente por los cartílagos aritenoides, los cartílagos corniculados que los tapan y los pliegues interaritenoideos que los unen, y *3)* en cada lado por el pliegue aritenoepiglótico que contiene el extremo superior del cartílago cuneiforme. **D** y **E.** Los planos de estos estudios transversales, orientados en la misma dirección que la parte **C,** pasan por encima **(D)** y por debajo **(E)** de la hendidura glótica. (Las imágenes de RM son cortesía del Dr. W. Kucharczyk, University of Toronto and Tri-Hospital Resonance Center, Toronto, Ontario, Canada.)

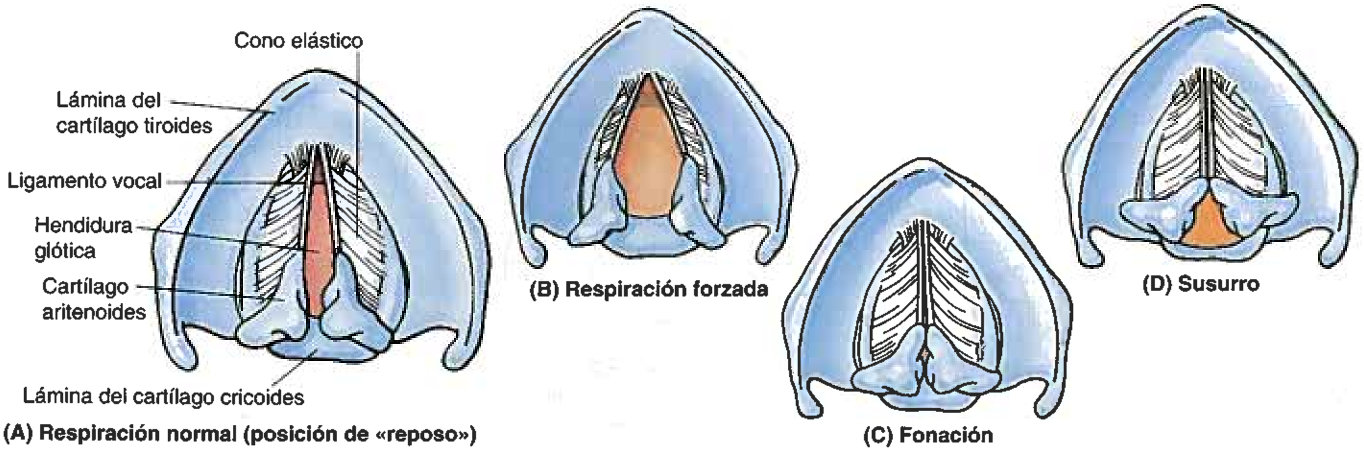

Cono elástico
Lámina del cartílago tiroides
Ligamento vocal
Hendidura glótica
Cartílago aritenoides
Lámina del cartílago cricoides
(A) Respiración normal (posición de «reposo»)
(B) Respiración forzada
(C) Fonación
(D) Susurro

FIGURA 8-36. Variaciones en la forma de la hendidura glótica. A. La forma de la hendidura glótica, la apertura entre los pliegues vocales, varía en función de la posición de los pliegues vocales. Durante la respiración normal, los músculos laríngeos se relajan y la hendidura glótica asume una posición estrecha en forma de rendija. **B.** Durante una inspiración profunda, los ligamentos vocales se abducen al contraerse los músculos cricoaritenoideos posteriores, abriendo la hendidura glótica ampliamente en forma de cometa invertida. **C.** Durante la fonación, los músculos aritenoideos aducen los cartílagos aritenoides al mismo tiempo que los músculos cricoaritenoideos laterales aducen moderadamente. El aire forzado entre los ligamentos vocales aducidos produce el tono. Una contracción más fuerte de los mismos músculos sella la hendidura glótica (maniobra de Valsalva). **D.** Durante el susurro, los ligamentos vocales son aducidos fuertemente por los músculos cricoaritenoideos laterales, pero los músculos aritenoideos relajados permiten el paso de aire entre los cartílagos aritenoideos (porción intercartilaginosa de la hendidura glótica), que dan lugar a un habla atonal. No se produce tono.

en la anchura de la hendidura glótica y en la intensidad del esfuerzo espiratorio, produce cambios en el tono de voz. La escala de tonos más baja de la voz masculina pospuberal se debe a la mayor longitud de los pliegues vocales.

Los *pliegues vestibulares,* que se extienden entre los cartílagos tiroides y aritenoides (figs. 8-34 y 8-35), participan poco o nada en la fonación; su función es de protección. Están formados por dos gruesos pliegues de mucosa que envuelven a los *ligamentos vestibulares.* El espacio entre estos ligamentos es la **hendidura del vestíbulo.** Los recesos laterales entre los pliegues vocales y vestibulares son los *ventrículos laríngeos.*

Músculos de la laringe. Los músculos laríngeos se dividen en dos grupos, extrínsecos e intrínsecos:

- Los **músculos laríngeos extrínsecos** mueven *la laringe como un todo* (fig. 8-18; tabla 8-3). Los *músculos infrahioideos* son depresores del hioides y la laringe, mientras que los *músculos suprahioideos* (y el *estilofaríngeo,* un músculo faríngeo descrito más adelante en este capítulo) son elevadores del hioides y la laringe.
- Los **músculos laríngeos intrínsecos** mueven *los componentes de la laringe,* modificando la longitud y la tensión de los pliegues vocales, así como el tamaño y la forma de la hendidura glótica (fig. 8-36). Todos los músculos intrínsecos de la laringe menos uno están inervados por el *nervio laríngeo recurrente* (figs. 8-37, 8-39 y 8-40), un ramo del NC X. El músculo cricotiroideo está inervado por el ramo externo del *nervio laríngeo superior,* uno de los dos ramos terminales de este nervio.

Las acciones de los músculos laríngeos intrínsecos son más fáciles de entender cuando se consideran como grupos funcionales: aductores y abductores, esfínteres, y tensores y relajadores. Los músculos intrínsecos se ilustran en las figuras 8-35D y E, y 8-38; sus inserciones, inervaciones y principales acciones se resumen en la tabla 8-5.

- *Aductores y abductores.* Estos músculos mueven los pliegues vocales para abrir y cerrar la hendidura glótica. Los aductores principales son los **músculos cricoaritenoideos laterales,** que tiran de las apófisis musculares anteriormente, rotando los cartílagos aritenoides de manera que sus apófisis vocales se balancean medialmente. Cuando esta acción se combina con la

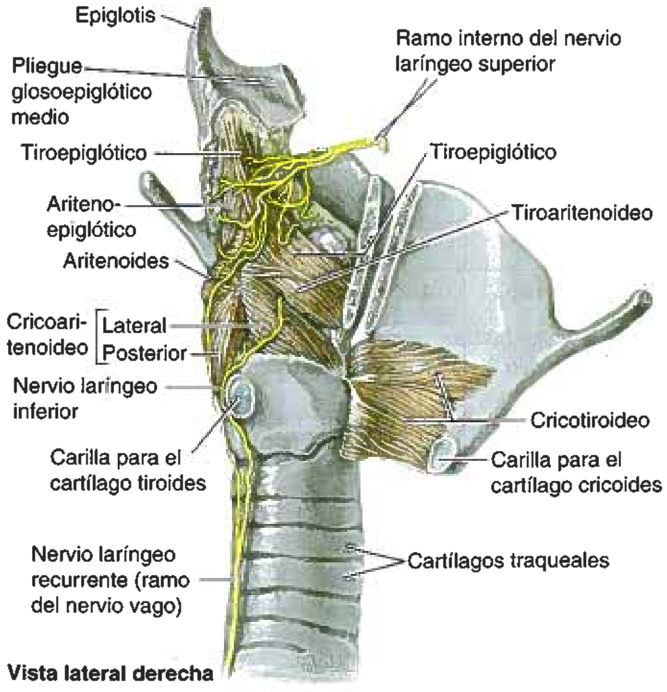
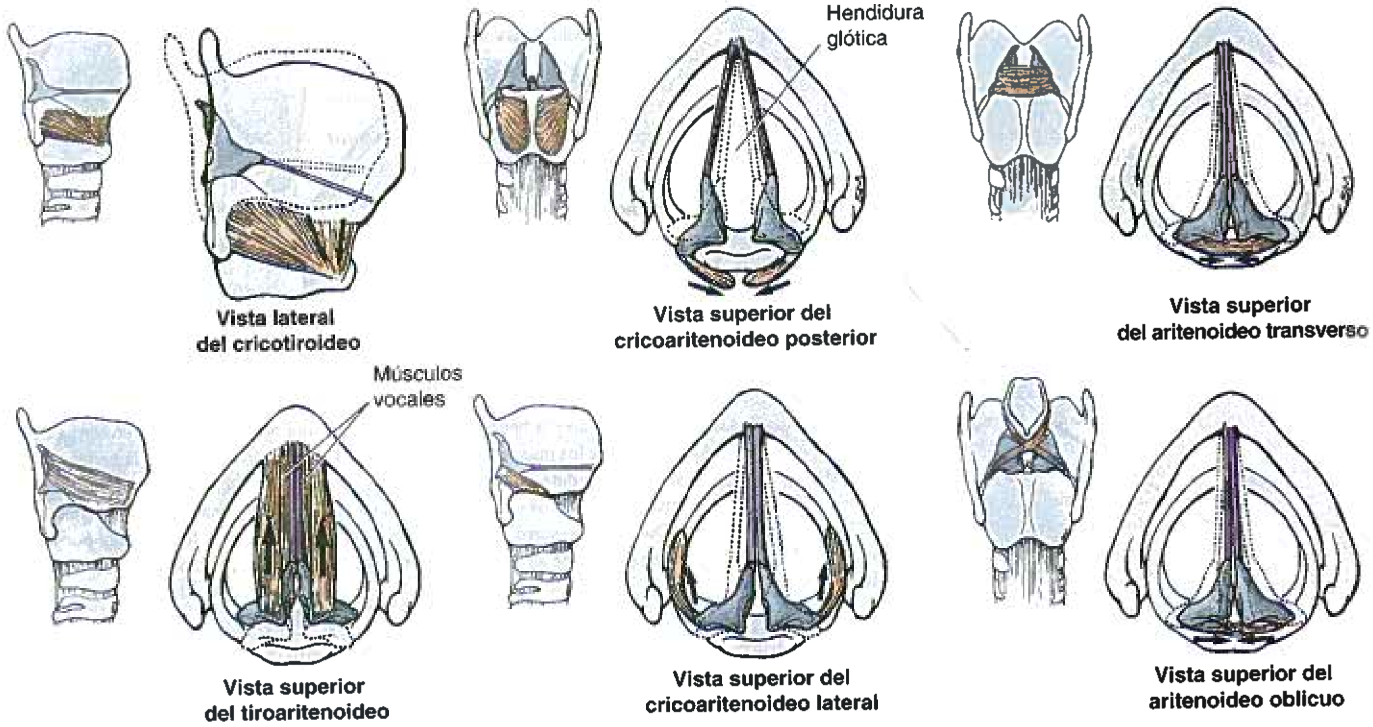

Epiglotis
Pliegue glosoepiglótico medio
Tiroepiglótico
Ariteno-epiglótico
Aritenoides
Cricoaritenoideo
Lateral
Posterior
Nervio laríngeo inferior
Carilla para el cartílago tiroides
Nervio laríngeo recurrente (ramo del nervio vago)
Vista lateral derecha
Ramo interno del nervio laríngeo superior
Tiroepiglótico
Tiroaritenoideo
Cricotiroideo
Carilla para el cartílago cricoides
Cartílagos traqueales

FIGURA 8-37. Músculos y nervios de la laringe y la articulación cricotiroidea. El cartílago tiroides ha sido serrado a la derecha del plano medio. La articulación cricotiroidea se ha desarticulado y la lámina derecha del cartílago tiroides se ha vuelto hacia delante (como al abrir un libro), desprendiendo los músculos cricotiroideos del arco del cartílago cricoides.



Vista lateral del cricotiroideo

Vista superior del cricoaritenoideo posterior

Vista superior del aritenoideo transverso

Vista superior del tiroaritenoideo

Vista superior del cricoaritenoideo lateral

Vista superior del aritenoideo oblicuo

FIGURA 8-38. Músculos de la laringe.

TABLA 8-5. MÚSCULOS DE LA LARINGE

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción(es) principal(es)
Cricotiroideo	Porción anterolateral del cartílago cricoides	Borde inferior y asta inferior del cartílago tiroides	Ramo externo del nervio laríngeo superior (del NC X)	Tracciona y tensa el ligamento vocal
Tiroaritenoideo[a]	Mitad inferior de la cara posterior del ángulo de la lámina del cartílago tiroides y ligamento cricotiroideo	Cara anterolateral del aritenoides	Nervio laríngeo inferior (porción terminal del nervio laríngeo recurrente, del NC X; v. fig. 8-37)	Relaja el ligamento vocal
Cricoaritenoideo posterior	Cara posterior de la lámina del cartílago cricoides	Apófisis vocal del cartílago aritenoides		Abduce el pliegue vocal
Cricoaritenoideo lateral	Arco del cartílago cricoides			Aduce el pliegue vocal (porción interligamentosa)
Aritenoideos transverso y oblicuo[b]	Un cartílago aritenoides	Cartílago aritenoides contralateral		Aducen los cartílagos aritenoides (aduciendo la porción intercartilaginosa de los pliegues vocales, cerrando la hendidura glótica posteriormente)
Vocal[c]	Cara lateral de la apófisis vocal del cartílago aritenoides	Ligamento vocal homolateral		Relaja la porción posterior del ligamento vocal mientras mantiene (o incrementa) la tensión de la porción anterior

[a] Las fibras superiores de los músculos tiroaritenoideos entran en el pliegue aritenoepiglótico y algunas llegan hasta el cartílago epiglótico. Estas fibras constituyen el músculo tiroepiglótico, que ensancha la entrada de la laringe.

[b] Algunas fibras de los músculos aritenoideos oblicuos se continúan como músculos aritenoepiglóticos (fig. 8-39).

[c] Esta banda muscular delgada se sitúa medial al músculo tiroaritenoideo y está compuesta por fibras más finas que las de este músculo.

de los **músculos aritenoideos transversos** y **oblicuos,** que juntan los cartílagos aritenoides, el aire empujado a través de la hendidura glótica produce vibraciones de los ligamentos vocales (fonación). Cuando los ligamentos vocales se encuentran aducidos pero los músculos aritenoides no actúan, los cartílagos aritenoides permanecen separados y el aire puede evitar los ligamentos. Ésta es la posición al susurrar, cuando la respiración se convierte en voz en ausencia de tono. Los únicos abductores son los **músculos cricoaritenoideos posteriores,** que tiran de las apófisis musculares posteriormente, rotando las apófisis vocales lateralmente y, por tanto, ensanchando la hendidura glótica.

- *Esfínteres.* Las acciones combinadas de la mayoría de los músculos de la entrada de la laringe se traducen en una acción de esfínter que cierra la entrada laríngea como un mecanismo de protección durante la deglución. La contracción de los *músculos cricoaritenoideos laterales*, *aritenoideos transversos* y *oblicuos*, y *aritenoepiglóticos* junta los pliegues aritenoepiglóticos y tira de los cartílagos aritenoides hacia la epiglotis. Esta acción ocurre de forma refleja en respuesta a la presencia de líquido o partículas acercándose o dentro del vestíbulo laríngeo. Es quizá nuestro reflejo más fuerte, que sólo disminuye tras la pérdida de la consciencia, como al ahogarse.
- *Tensores.* Los principales tensores son los **músculos cricotiroideos,** que inclinan o tiran de la prominencia o el ángulo del cartílago tiroides anterior e inferiormente hacia el arco del cartílago cricoides. Esto aumenta la distancia entre la prominencia tiroidea y los cartílagos aritenoides. Dado que los extremos anteriores de los ligamentos vocales se insertan en la cara posterior de la prominencia, los ligamentos vocales se alargan y retraen, elevando el tono de la voz.
- *Relajadores.* Los músculos principales de este grupo son los **músculos tiroaritenoideos,** que tiran de los cartílagos aritenoides anteriormente, hacia el ángulo (prominencia) tiroideo, relajando de esta forma los ligamentos vocales para disminuir el tono de la voz.

Los **músculos vocales** se localizan mediales a los músculos tiroaritenoideos y laterales a los ligamentos vocales dentro de los pliegues vocales. Los músculos vocales producen ajustes mínimos de los ligamentos vocales, tensando y relajando de forma selectiva las porciones anterior y posterior, respectivamente, de los pliegues vocales durante un discurso animado y al cantar.

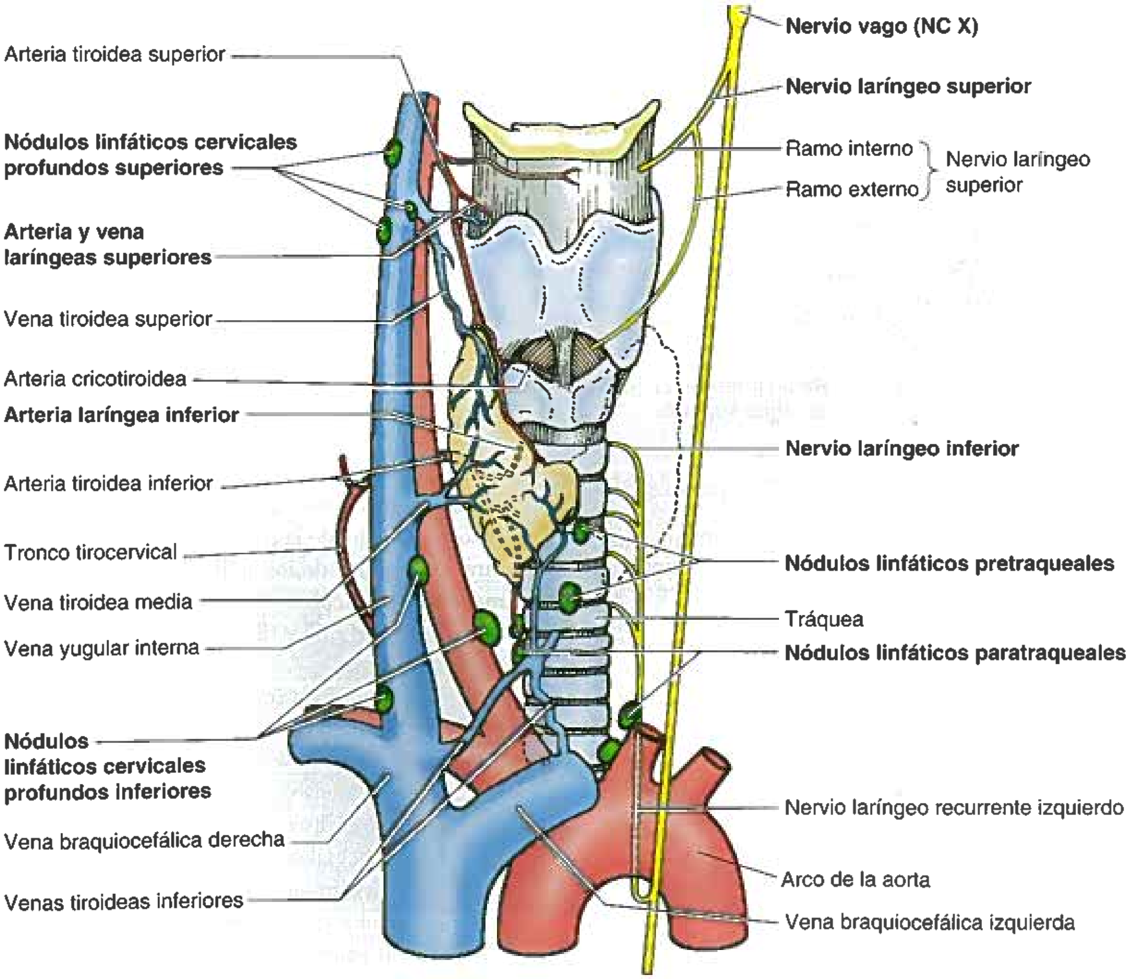

Arteria tiroidea superior
Nódulos linfáticos cervicales profundos superiores
Arteria y vena laríngeas superiores
Vena tiroidea superior
Arteria cricotiroidea
Arteria laríngea inferior
Arteria tiroidea inferior
Tronco tirocervical
Vena tiroidea media
Vena yugular interna
Nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores
Vena braquiocefálica derecha
Venas tiroideas inferiores
Nervio vago (NC X)
Nervio laríngeo superior
Ramo interno
Ramo externo
Nervio laríngeo superior
Nervio laríngeo inferior
Nódulos linfáticos pretraqueales
Tráquea
Nódulos linfáticos paratraqueales
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Arco de la aorta
Vena braquiocefálica izquierda

FIGURA 8-39. Vasos, nervios y nódulos linfáticos de la laringe. Las arterias tiroideas superior e inferior dan lugar a las arterias laríngeas superior e inferior, respectivamente; se anastomosan unas con otras. Los nervios laríngeos derivan del vago (NC X) a través de los ramos internos y externos del nervio laríngeo superior y del nervio laríngeo inferior procedente del nervio laríngeo recurrente. El nervio laríngeo recurrente izquierdo pasa por debajo del arco de la aorta.

Arterias de la laringe. Las arterias laríngeas, ramas de las arterias tiroideas superior e inferior, irrigan la laringe (fig. 8-39). La **arteria laríngea superior** acompaña al ramo interno del nervio laríngeo superior a través de la membrana tirohioidea y se ramifica para irrigar la cara interna de la laringe. La **arteria cricotiroidea,** una pequeña rama de la arteria tiroidea superior, irriga el músculo cricotiroideo. La **arteria laríngea inferior,** una rama de la arteria tiroidea inferior, acompaña al *nervio laríngeo inferior* (porción terminal del nervio laríngeo recurrente) e irriga la mucosa y los músculos de la porción inferior de la laringe.

Venas de la laringe. Las venas laríngeas acompañan a las arterias laríngeas. Generalmente, la **vena laríngea superior** se une a la vena tiroidea superior y a través de ella drena en la VYI (figura 8-39). La **vena laríngea inferior** se une a la vena tiroidea inferior o al plexo venoso de la cara anterior de la tráquea, que drena en la vena braquiocefálica izquierda.

Linfáticos de la laringe. Los vasos linfáticos de la laringe superiores a los pliegues vocales acompañan a la arteria laríngea superior a través de la membrana tirohioidea y drenan en los **nódulos linfáticos cervicales profundos superiores.** Los vasos linfáticos inferiores a los pliegues vocales drenan en los *nódulos linfáticos pretraqueales* o *paratraqueales,* que drenan en los **nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores** (fig. 8-39).

Nervios de la laringe. Los nervios de la laringe son los ramos laríngeos superior e inferior del nervio vago (NC X). El **nervio laríngeo superior** se origina en el **ganglio inferior del vago,** en el extremo superior del triángulo carotídeo (fig. 8-40). El nervio se divide en dos ramos terminales en el interior de la vaina carotídea: el ramo interno (sensitivo y autónomo) y el ramo externo (motor).

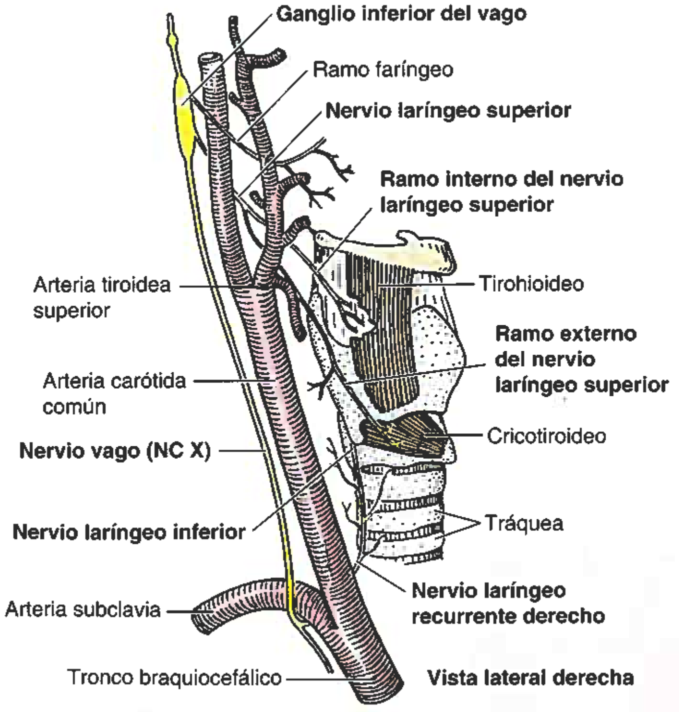


FIGURA 8-40. **Ramos laríngeos del nervio vago (NC X) derecho.** Los nervios de la laringe son los ramos interno y externo del nervio laríngeo superior y el nervio laríngeo inferior procedente del nervio laríngeo recurrente. El nervio laríngeo recurrente derecho pasa por debajo de la arteria subclavia derecha.

El **ramo interno (nervio laríngeo interno),** el mayor de los ramos terminales del nervio laríngeo superior, atraviesa la tirohioidea junto con la arteria laríngea superior, aportando fibras sensitivas a la mucosa laríngea del vestíbulo laríngeo y de la porción media de la cavidad laríngea, incluida la cara superior de los pliegues vocales. El **ramo externo (nervio laríngeo externo),** el más pequeño de los ramos terminales del nervio laríngeo superior, desciende posterior al músculo esternotiroideo acompañado de la arteria tiroidea superior. Al principio, el ramo externo se sitúa sobre el constrictor inferior de la faringe, después atraviesa el músculo, contribuyendo a su inervación (junto con el plexo faríngeo), y a continuación a la del músculo cricotiroideo.

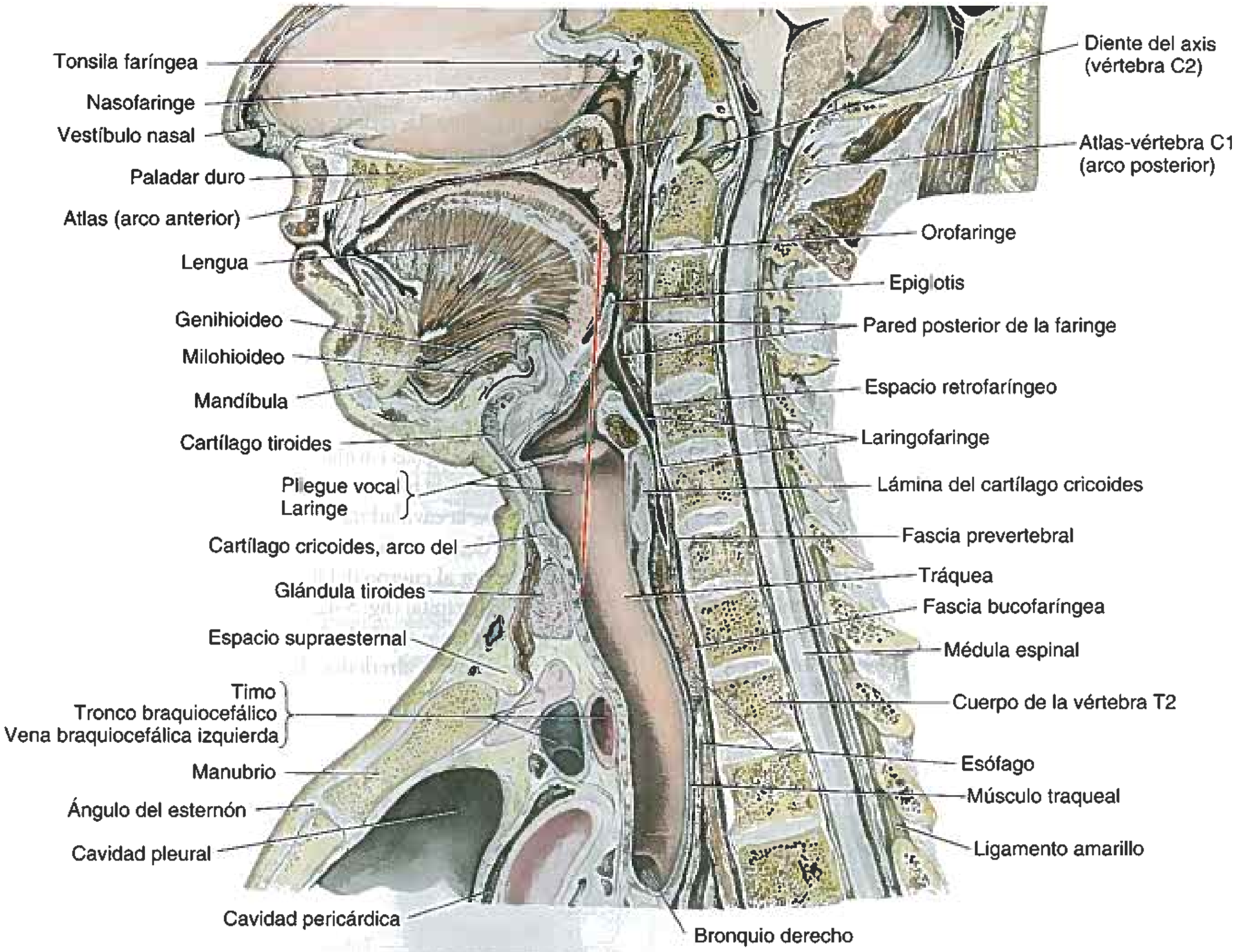
El **nervio laríngeo inferior,** la continuación del nervio laríngeo recurrente (un ramo del nervio vago), entra en la faringe pasando profundo al borde inferior del constrictor inferior de la faringe y medial a la lámina del cartílago tiroides (fig. 8-37, 8-39 y 8-40). Se divide en ramos anterior y posterior, que acompañan a la arteria laríngea inferior hacia el interior de la laringe. El ramo anterior inerva los músculos cricotiroideo lateral, tiroaritenoideo, vocal, aritenoepiglótico y tiroepiglótico. El ramo posterior inerva los músculos cricoaritenoideo posterior y los músculos aritenoideos transverso y oblicuo. Dado que inerva todos los músculos intrínsecos excepto el cricotiroideo, el nervio laríngeo inferior es el nervio motor principal de la laringe. Sin embargo, también aporta fibras sensitivas a la mucosa de la cavidad infraglótica.

TRÁQUEA

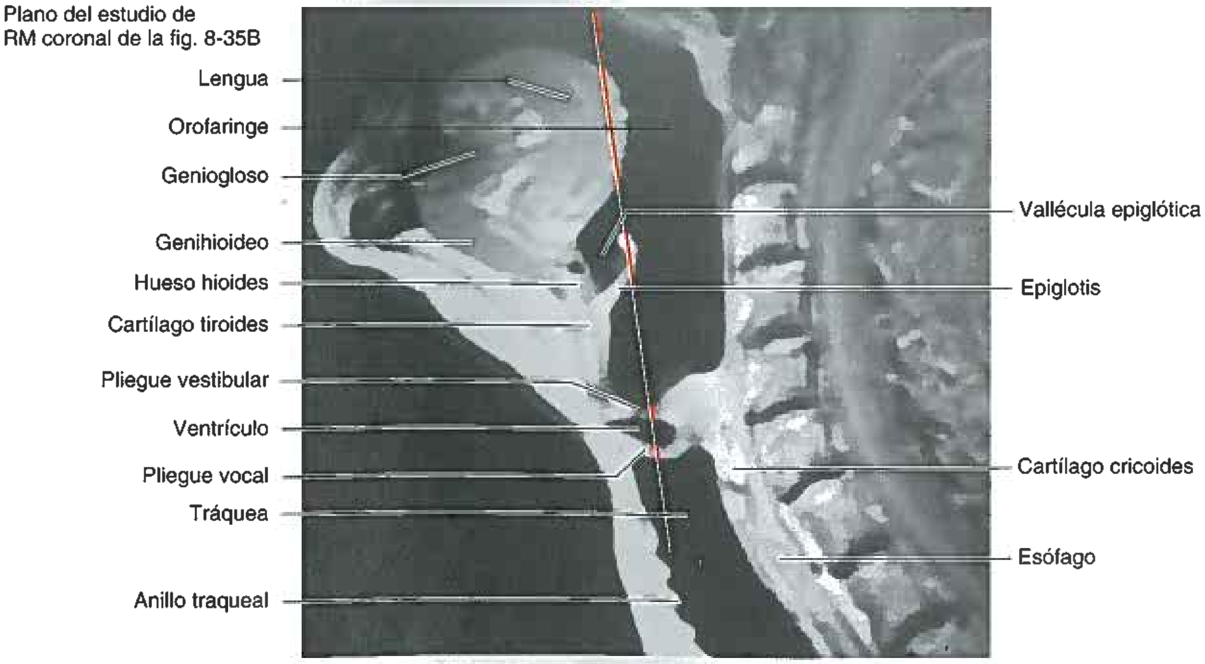
La **tráquea** se extiende desde la laringe hacia el tórax y termina inferiormente al dividirse en los bronquios principales derecho e izquierdo. Transporta el aire hacia y desde los pulmones, y su epitelio propulsa el moco cargado de desechos hacia la faringe para su expulsión por la boca. La tráquea es un tubo fibrocartilaginoso, sostenido por **cartílagos traqueales** incompletos (anillos), que ocupan una posición media en el cuello (fig. 8-37). Los cartílagos traqueales mantienen la tráquea permeable; son incompletos posteriormente, donde la tráquea contacta con el esófago. Las aberturas posteriores de los anillos traqueales están cubiertas por el **músculo traqueal** involuntario, un músculo liso que conecta los extremos de los anillos (fig. 8-41). Por ello, la pared posterior de la tráquea es plana.

En los adultos, la tráquea tiene 2,5 cm de diámetro, aproximadamente, mientras que en los lactantes tiene el diámetro de un lápiz. La tráquea se extiende desde el extremo inferior de la laringe, a nivel de la vértebra C6, y termina a la altura del ángulo del esternón o el disco intervertebral T4-5, donde se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo (v. cap. 1).

Laterales a la tráquea se encuentran las arterias carótidas comunes y los lóbulos de la glándula tiroides (figs. 8-26, 8-28 y 8-39). Inferiores al istmo de la glándula tiroides están el arco venoso yugular y las venas tiroideas inferiores (fig. 8-16). El tronco braquiocefálico se relaciona con el lado derecho de la tráquea en la raíz del cuello. A menudo, la desviación de la tráquea de la línea


Tonsila faríngea
Nasofaringe
Vestíbulo nasal
Paladar duro
Atlas (arco anterior)
Lengua
Genihioideo
Milohioideo
Mandíbula
Cartílago tiroides
Pliegue vocal
Laringe
Cartílago cricoides, arco del
Glándula tiroides
Espacio supraesternal
Timo
Tronco braquiocefálico
Vena braquiocefálica izquierda
Manubrio
Ángulo del esternón
Cavidad pleural
Cavidad pericárdica
Bronquio derecho
Diente del axis (vértebra C2)
Atlas-vértebra C1 (arco posterior)
Orofaringe
Epiglotis
Pared posterior de la faringe
Espacio retrofaríngeo
Laringofaringe
Lámina del cartílago cricoides
Fascia prevertebral
Tráquea
Fascia bucofaríngea
Médula espinal
Cuerpo de la vértebra T2
Esófago
Músculo traqueal
Ligamento amarillo

(A) Vista medial de la mitad derecha de la cabeza y el cuello (sección sagital media)


Plano del estudio de RM coronal de la fig. 8-35B
Lengua
Orofaringe
Geniogloso
Genihioideo
Hueso hioides
Cartílago tiroides
Pliegue vestibular
Ventrículo
Pliegue vocal
Tráquea
Anillo traqueal
Vallécula epiglótica
Epiglotis
Cartílago cricoides
Esófago

(B) RM parasagital de la faringe, la laringe y la tráquea

FIGURA 8-41. Secciones sagitales medias de la cabeza y el cuello. A. La faringe se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel del cartílago cricoides (cuerpo de la vértebra C6 o disco intervertebral C6-7, como se muestra aquí), donde se continúa con el esófago. **B.** Esta sección sagital no muestra la continuidad del tracto respiratorio superior porque el paladar blando está elevado, cerrando la nasofaringe, y el plano de sección pasa a través de los pliegues vestibulares y vocales al lado de la hendidura glótica. (Parte B por cortesía del Dr. W. Kucharczyk, University of Toronto, Tri-Hospital Resonance Centre, Toronto, Ontario, Canada.)

media, apreciable superficialmente o radiológicamente, señala la presencia de un proceso patológico. Un traumatismo en la tráquea normalmente afecta al esófago, debido a su estrecho contacto.

Capa alimentaria de las vísceras cervicales

En la **capa alimentaria,** las vísceras cervicales toman parte en las funciones digestivas del organismo. Aunque la faringe conduce aire hacia la laringe, la tráquea y los pulmones, los músculos constrictores dirigen (y la *epiglotis* desvía) el alimento hacia el esófago. El esófago, también implicado en la propulsión del alimento, es la entrada del *tubo digestivo* (tracto digestivo).

FARINGE

La faringe es la porción superior expandida del sistema digestivo, posterior a las cavidades nasales y bucal, y se extiende inferiormente más allá de la laringe (figs. 8-41 y 8-42). La faringe se extiende desde la *base del cráneo* hasta el borde inferior del cartílago cricoides, anteriormente, y hasta el borde inferior de la vértebra C6 posteriormente. La faringe es más ancha (aproximadamente 5 cm) frente al hioides y más estrecha (aproximadamente 1,5 cm) en su extremo inferior, donde se continúa con el esófago. La pared posterior plana de la faringe está adosada a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda.

Interior de la faringe. La faringe se divide en tres porciones:

- *Nasofaringe,* posterior a la nariz y superior al paladar blando.
- *Orofaringe,* posterior a la boca.
- *Laringofaringe,* posterior a la laringe.

La **nasofaringe** tiene una función respiratoria; es la extensión posterior de las cavidades nasales (figs. 8-41 a 8-43). La nariz desemboca en la nasofaringe a través de las dos **coanas** (aberturas pares entre la cavidad nasal y la nasofaringe). El techo y la pared posterior de la nasofaringe forman una superficie continua que se sitúa inferior al cuerpo del hueso esfenoides y a la porción basilar del hueso occipital (fig. 8-42).

El abundante tejido linfoide de la faringe forma un *anillo tonsilar* incompleto alrededor de la porción superior de la faringe

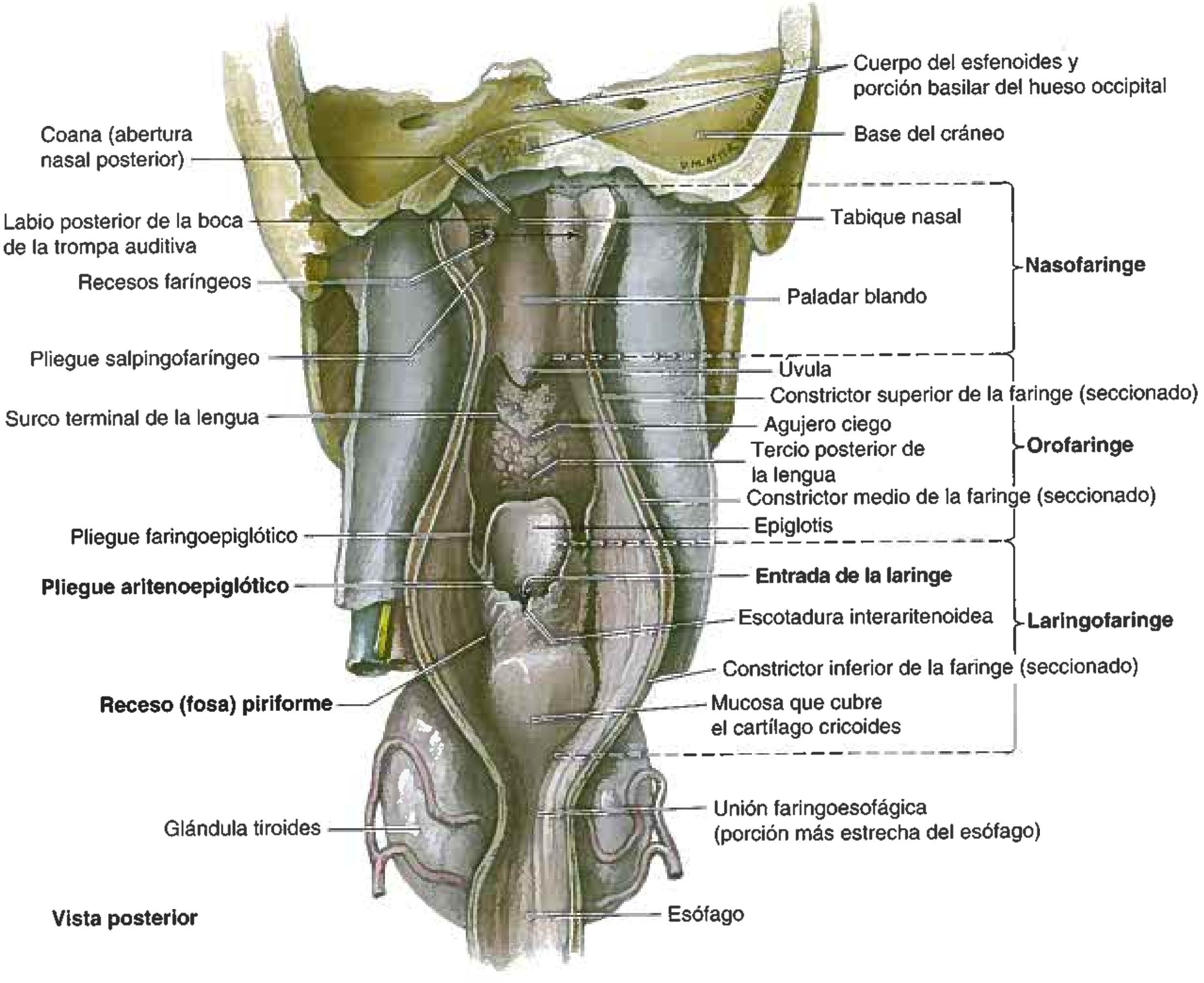
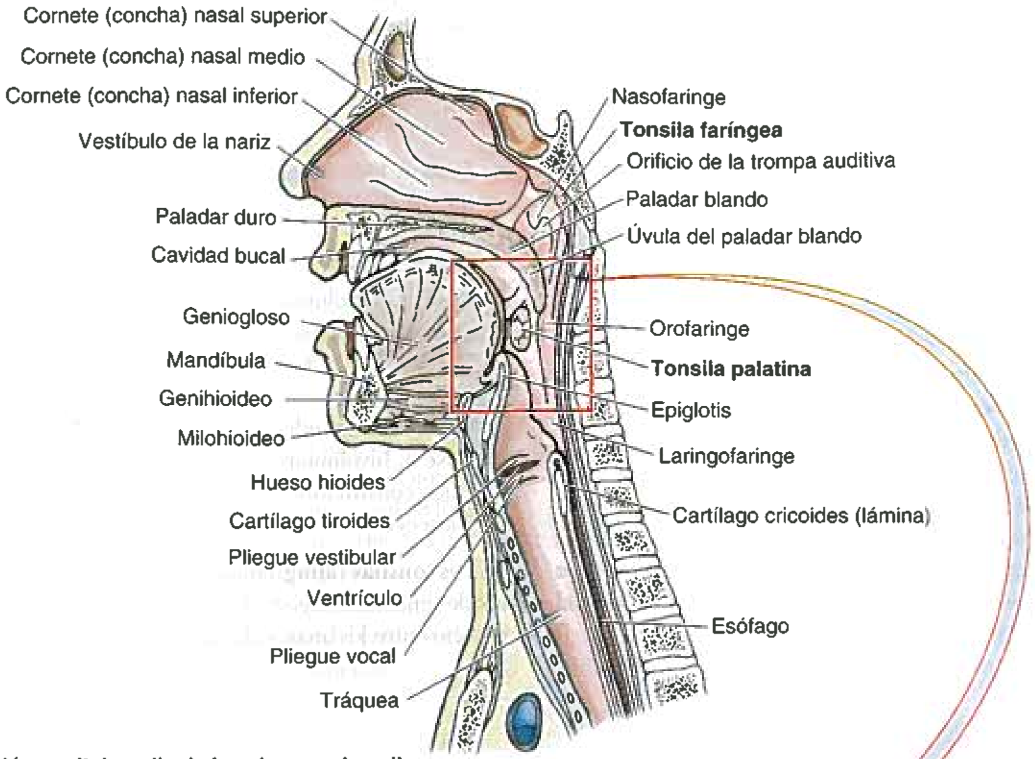
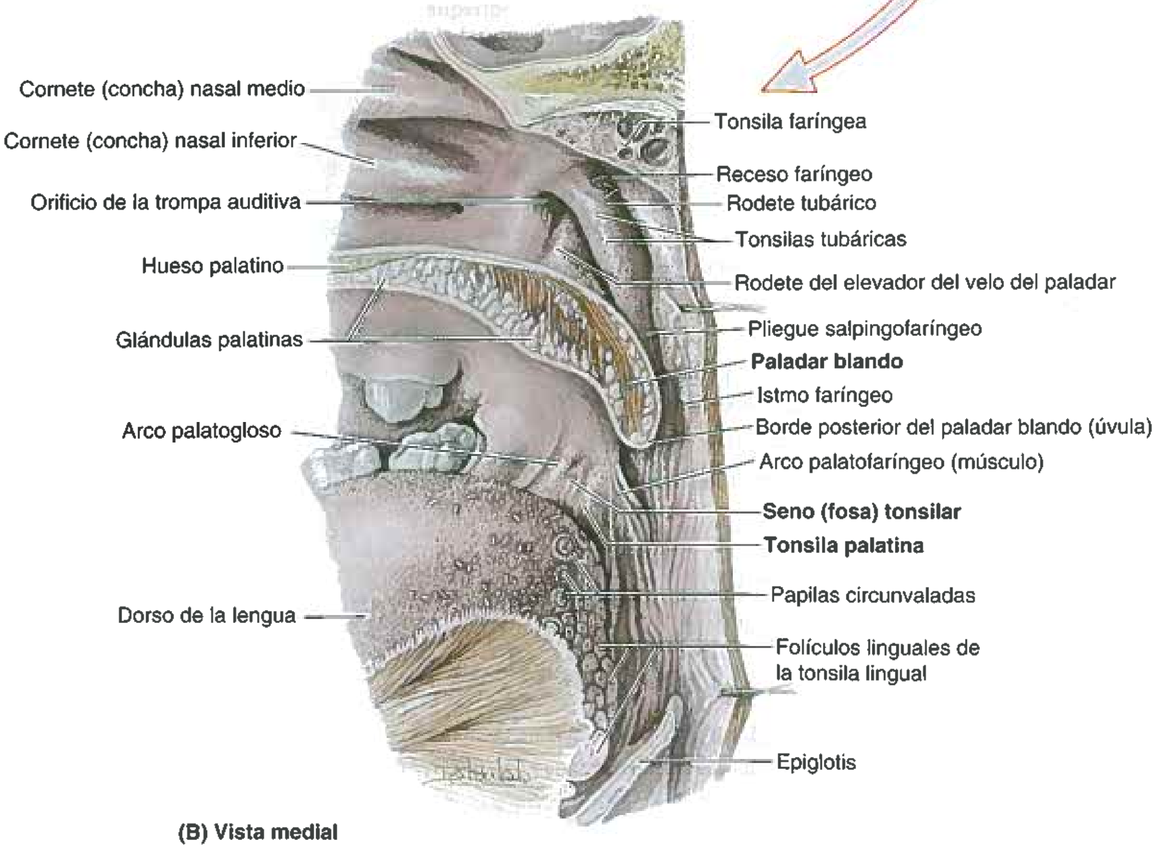

Cuerpo del esfenoides y porción basilar del hueso occipital
Coana (abertura nasal posterior)
Base del cráneo
Labio posterior de la boca de la trompa auditiva
Tabique nasal
Recesos faríngeos
Nasofaringe
Paladar blando
Pliegue salpingofaríngeo
Úvula
Constrictor superior de la faringe (seccionado)
Surco terminal de la lengua
Agujero ciego
Tercio posterior de la lengua
Orofaringe
Constrictor medio de la faringe (seccionado)
Pliegue faringoepiglótico
Epiglotis
Pliegue aritenoepiglótico
Entrada de la laringe
Escotadura interaritenoidea
Laringofaringe
Constrictor inferior de la faringe (seccionado)
Receso (fosa) piriforme
Mucosa que cubre el cartílago cricoides
Unión faringoesofágica (porción más estrecha del esófago)
Glándula tiroides
Vista posterior
Esófago

FIGURA 8-42. **Pared anterior de la faringe.** En esta disección, la pared posterior se ha seccionado a lo largo de la línea media y se ha extendido hacia fuera. Las aberturas en la pared anterior comunican con las cavidades nasales, oral y laríngea. A cada lado de la entrada de la laringe, separada de ella por un pliegue aritenoepiglótico, se forma un receso (fosa) piriforme a partir de la invaginación de la laringe en la pared anterior de la laringofaringe.


Cornete (concha) nasal superior
Cornete (concha) nasal medio
Cornete (concha) nasal inferior
Vestíbulo de la nariz
Paladar duro
Cavidad bucal
Geniogloso
Mandíbula
Genihioideo
Milohioideo
Hueso hioides
Cartílago tiroides
Pliegue vestibular
Ventrículo
Pliegue vocal
Tráquea
Nasofaringe
Tonsila faríngea
Orificio de la trompa auditiva
Paladar blando
Úvula del paladar blando
Orofaringe
Tonsila palatina
Epiglotis
Laringofaringe
Cartílago cricoides (lámina)
Esófago

(A) Sección sagital media de la cabeza y el cuello


Cornete (concha) nasal medio
Cornete (concha) nasal inferior
Orificio de la trompa auditiva
Hueso palatino
Glándulas palatinas
Arco palatogloso
Dorso de la lengua
Tonsila faríngea
Receso faríngeo
Rodete tubárico
Tonsilas tubáricas
Rodete del elevador del velo del paladar
Pliegue salpingofaríngeo
Paladar blando
Istmo faríngeo
Borde posterior del paladar blando (úvula)
Arco palatofaríngeo (músculo)
Seno (fosa) tonsilar
Tonsila palatina
Papilas circunvaladas
Folículos linguales de la tonsila lingual
Epiglotis

(B) Vista medial

FIGURA 8-43. Cara interna de la pared lateral de la faringe. A. Se muestran las vías respiratorias altas y el conducto digestivo en la mitad derecha de una cabeza y un cuello seccionados sagitalmente. El *recuadro* indica la localización de la sección mostrada en la parte **B. B.** Visión ampliada de la nasofaringe y la orofaringe, que están separadas anteriormente por el paladar blando. El borde posterior del paladar blando forma el margen anterior del istmo faríngeo, a través del cual los dos espacios se comunican posteriormente.

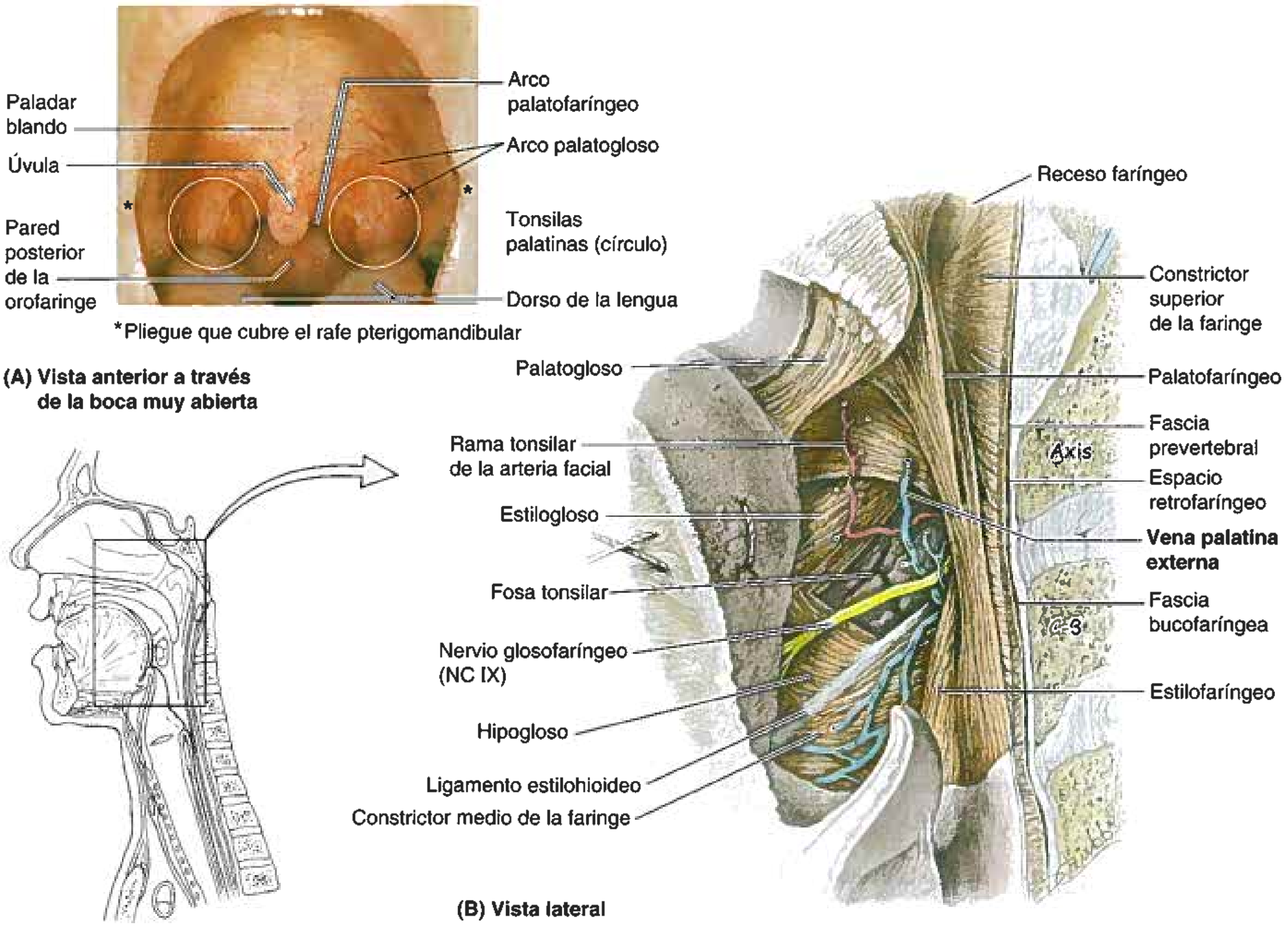
(descrito más adelante en este capítulo, p. 1038). El tejido linfoide se agrega en algunas regiones para formar masas denominadas *tonsilas* (amígdalas). La **tonsila (amígdala) faríngea** (que recibe comúnmente el nombre de «adenoides» cuando aumenta de tamaño) se encuentra en la mucosa del techo y la pared posterior de la nasofaringe (figs. 8-41A y 8-43). Desde el extremo medial de la trompa auditiva se extiende inferiormente un pliegue vertical de mucosa, el **pliegue salpingofaríngeo** (figs. 8-42 y 8-43B). Éste cubre el músculo salpingofaríngeo, que abre el orificio faríngeo de la trompa auditiva durante la deglución. La acumulación de tejido linfoide en la submucosa de la faringe cerca de la entrada faríngea o del orificio de la trompa auditiva forma la **tonsila (amígdala) tubárica** (fig. 8-43B). Posterior al **rodete tubárico** y al pliegue salpingofaríngeo, el **receso faríngeo,** una proyección lateral de la faringe en forma de hendidura, se extiende lateral y posteriormente.

La **orofaringe** tiene una función digestiva. Está limitada superiormente por el paladar blando, inferiormente por la base de la lengua y lateralmente por los arcos palatogloso y palatofaríngeo (figs. 8-43 y 8-44A). Se extiende desde el paladar blando hasta el borde superior de la epiglotis.

La **deglución** (tragar) es el complejo proceso que transfiere un bolo alimenticio desde la boca hasta el estómago, a través de la faringe y el esófago. El alimento sólido se mastica y mezcla con saliva para formar un bolo blando que resulta más fácil de tragar. La deglución tiene lugar en tres fases:

- **Fase 1.** Voluntaria; el bolo es comprimido contra el paladar e impulsado desde la boca hacia la orofaringe, principalmente por movimientos de los músculos de la lengua y del paladar blando (figs. 8-45A y B).
- **Fase 2.** Involuntaria y rápida; el paladar blando se eleva y sella la nasofaringe respecto de la orofaringe y la laringofaringe (fig. 8-45C). La faringe se ensancha y se acorta para recibir el bolo alimenticio a medida que los músculos suprahioideos y faríngeos longitudinales se contraen y elevan la laringe.
- **Fase 3.** Involuntaria; la contracción secuencial de los tres músculos constrictores de la faringe empuja el bolo alimenticio hacia el interior del esófago (fig. 8-45D).

Las **tonsilas (amígdalas) palatinas** («amígdalas») son acúmulos de tejido linfoide situados a cada lado de la orofaringe, en el espacio entre los arcos palatinos (figs. 8-43 y 8-44A). En los adul-


Paladar blando
Úvula
Pared posterior de la orofaringe
Arco palatofaríngeo
Arco palatogloso
Tonsilas palatinas (círculo)
Dorso de la lengua
*Pliegue que cubre el rafe pterigomandibular
Receso faríngeo
Constrictor superior de la faringe
Palatogloso
Palatofaríngeo
Fascia prevertebral
Axis
Rama tonsilar de la arteria facial
Espacio retrofaríngeo
Estilogloso
Vena palatina externa
Fosa tonsilar
Fascia bucofaríngea
C3
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Estilofaríngeo
Hipogloso
Ligamento estilohioideo
Constrictor medio de la faringe

(A) Vista anterior a través de la boca muy abierta

(B) Vista lateral

FIGURA 8-44. Cavidad bucal y fosa tonsilar. A. Cavidad bucal y tonsilas palatinas de un niño pequeño con la boca muy abierta y la lengua en protrusión máxima. La úvula es una proyección muscular del borde posterior del paladar blando. **B.** En esta disección profunda de la fosa tonsilar se ha extirpado la tonsila palatina. La lengua se ha traccionado hacia delante y la inserción inferior (lingual) del músculo constrictor superior de la faringe se ha seccionado.

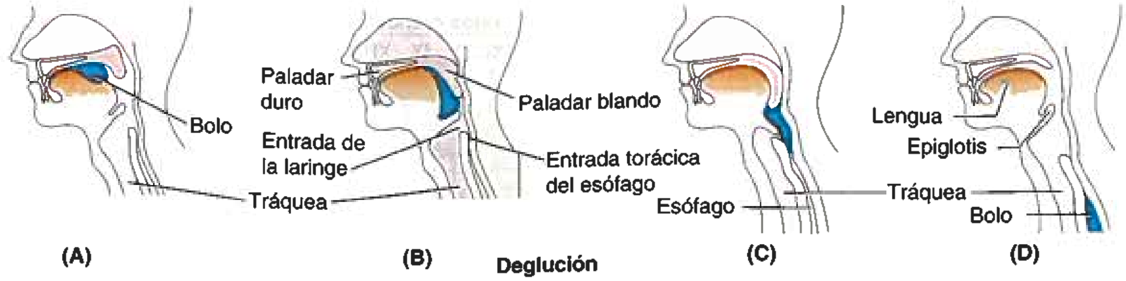

Bolo
Paladar duro
Entrada de la laringe
Tráquea
Paladar blando
Entrada torácica del esófago
Esófago
Lengua
Epiglotis
Tráquea
Bolo
(A)
(B)
Deglución
(C)
(D)

FIGURA 8-45. **La deglución. A.** El bolo alimenticio es propulsado hacia la parte posterior de la boca por la presión de la lengua contra el paladar. **B.** La nasofaringe queda sellada y la laringe se eleva, ensanchando la faringe para recibir el alimento. **C.** Los esfínteres faríngeos se contraen secuencialmente e impulsan el alimento hacia el esófago. La epiglotis desvía el bolo, pero no cierra la entrada de la laringe y la tráquea. **D.** El bolo alimenticio desciende por el esófago mediante contracciones peristálticas.

tos, la tonsila no llena la fosa tonsilar formada entre los arcos palatogloso y palatofaríngeo. La **fosa tonsilar** (también denominada seno o lecho amigdalino y fosa amigdalina), en la cual se localiza la tonsila palatina, se encuentra entre dichos arcos (fig. 8-44B). La fosa tonsilar está formada por el constrictor superior de la faringe y la delgada lámina fibrosa de la **fascia faringobasilar** (fig. 8-46). Esta fascia se fusiona con el periostio de la base del cráneo y define los límites de la pared faríngea en su porción superior.

La **laringofaringe** se sitúa posterior a la laringe (figs. 8-41 y 8-43), extendiéndose desde el borde superior de la epiglotis y los pliegues faringoepiglóticos hasta el borde inferior del cartílago cricoides, donde se estrecha y se continúa con el esófago. Posteriormente, la laringofaringe entra en relación con los cuerpos de las vértebras C4-6. Sus paredes posterior y laterales están formadas por los *músculos constrictores medio* e *inferior de la faringe* (fig. 8-46A). Internamente, la pared está formada por los *músculos*

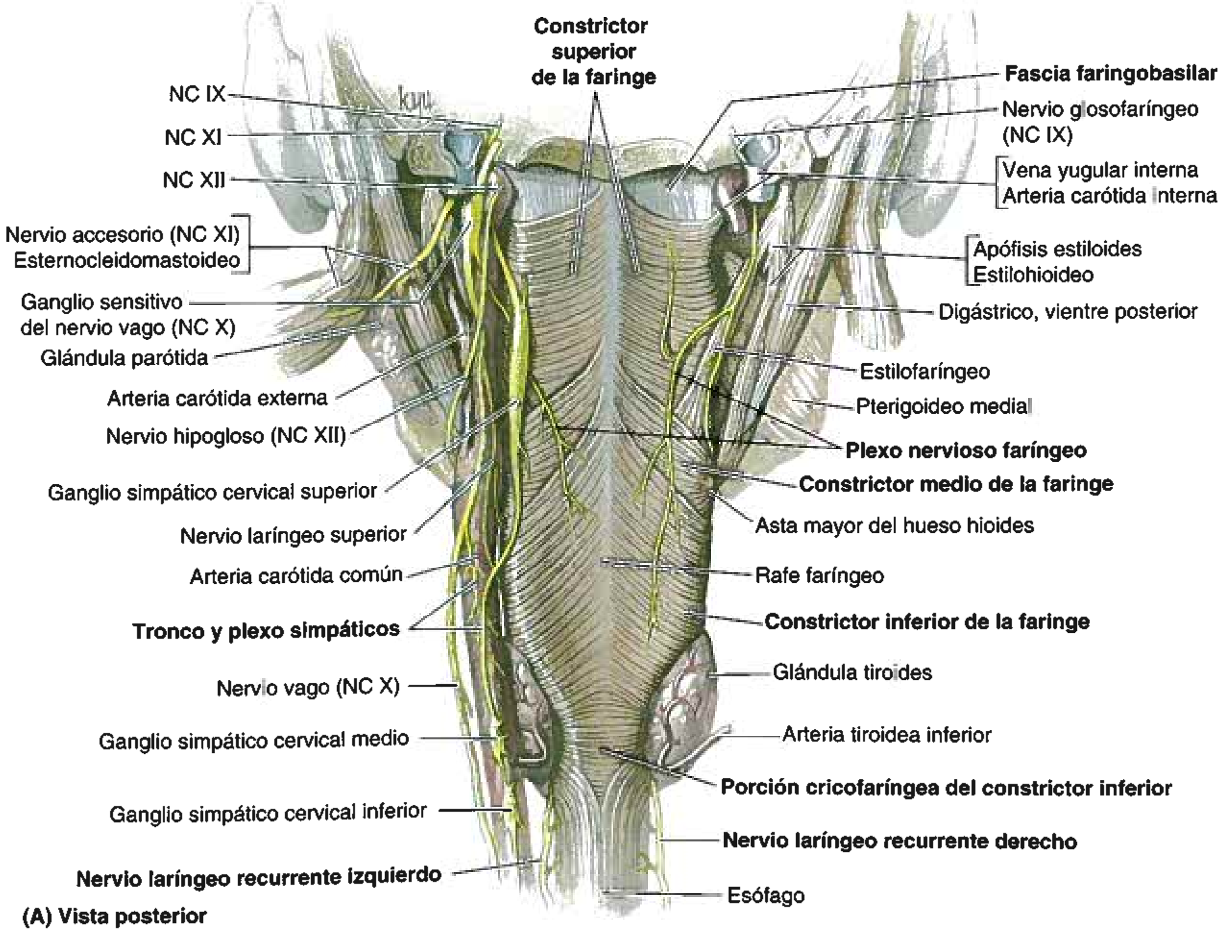

Constrictor superior de la faringe
NC IX
NC XI
NC XII
Nervio accesorio (NC XI)
Esternocleidomastoideo
Ganglio sensitivo del nervio vago (NC X)
Glándula parótida
Arteria carótida externa
Nervio hipogloso (NC XII)
Ganglio simpático cervical superior
Nervio laríngeo superior
Arteria carótida común
Tronco y plexo simpáticos
Nervio vago (NC X)
Ganglio simpático cervical medio
Ganglio simpático cervical inferior
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
(A) Vista posterior
Fascia faringobasilar
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Vena yugular interna
Arteria carótida interna
Apófisis estiloides
Estilohioideo
Digástrico, vientre posterior
Estilofaríngeo
Pterigoideo medial
Plexo nervioso faríngeo
Constrictor medio de la faringe
Asta mayor del hueso hioides
Rafe faríngeo
Constrictor inferior de la faringe
Glándula tiroides
Arteria tiroidea inferior
Porción cricofaríngea del constrictor inferior
Nervio laríngeo recurrente derecho
Esófago

FIGURA 8-46. **Faringe y nervios craneales. A.** Esta disección muestra la cara posterior de la faringe y las estructuras asociadas. La fascia bucofaríngea se ha extirpado. De los tres músculos constrictores de la faringe, el músculo inferior cubre al medio y el medio cubre al superior. Los tres músculos forman un rafe faríngeo medio común posteriormente *(continúa)*.

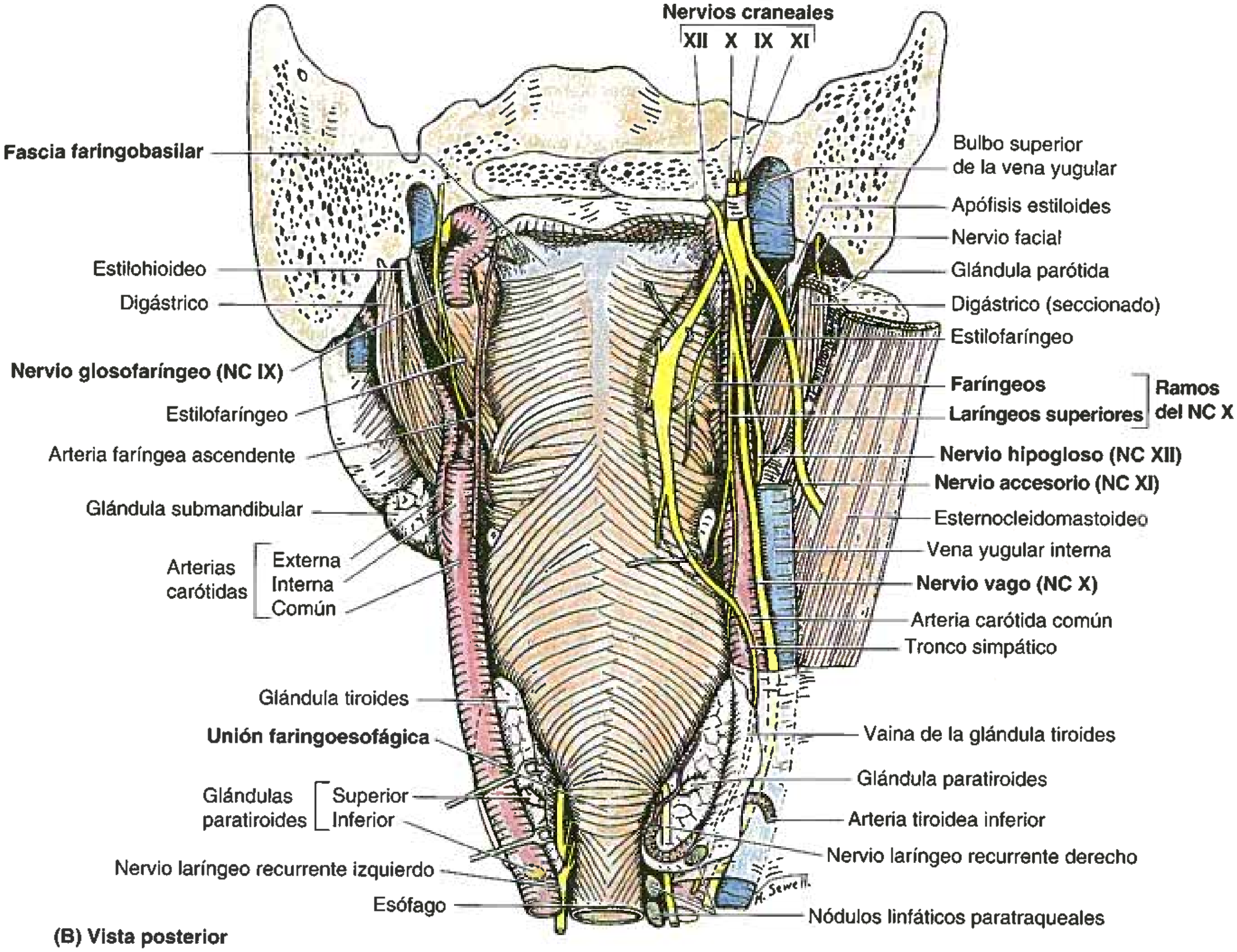

Nervios craneales
XII X IX XI
Fascia faringobasilar
Bulbo superior de la vena yugular
Apófisis estiloides
Nervio facial
Estilohioideo
Glándula parótida
Digástrico
Digástrico (seccionado)
Estilofaríngeo
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Faríngeos
Laríngeos superiores
Ramos del NC X
Estilofaríngeo
Arteria faríngea ascendente
Nervio hipogloso (NC XII)
Nervio accesorio (NC XI)
Glándula submandibular
Esternocleidomastoideo
Vena yugular interna
Arterias carótidas
Externa
Interna
Común
Nervio vago (NC X)
Arteria carótida común
Tronco simpático
Glándula tiroides
Unión faringoesofágica
Vaina de la glándula tiroides
Glándula paratiroides
Glándulas paratiroides
Superior
Inferior
Arteria tiroidea inferior
Nervio laríngeo recurrente derecho
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Esófago
Nódulos linfáticos paratraqueales
(B) Vista posterior
H. Sewell.

FIGURA 8-46. *(Continuación)* **Faringe y nervios craneales. B.** La porción más estrecha y menos distensible del tubo digestivo es la unión faringoesofágica, donde la laringofaringe se convierte en esófago.

palatofaríngeo y *estilofaríngeo.* La laringofaringe comunica con la laringe a través de la **entrada de la laringe,** en su pared anterior (fig. 8-42).

El **receso (fosa) piriforme** es una pequeña depresión de la cavidad laringofaríngea a ambos lados de la entrada laríngea. Esta fosa, tapizada por mucosa, está separada de la entrada de la laringe por el **pliegue aritenoepiglótico.** Lateralmente, el receso piriforme está limitado por las caras mediales del cartílago tiroides y la *membrana tirohioidea.* Ramos de los nervios laríngeo superior y laríngeo recurrente se sitúan profundos a la mucosa del receso piriforme, y pueden dañarse si se introduce un cuerpo extraño en el receso.

Músculos faríngeos. La pared de la faringe es una excepción en todo el tracto digestivo al poseer una capa muscular totalmente compuesta por *músculos voluntarios,* dispuestos con músculos longitudinales por dentro de una capa circular de músculos. La mayor parte del tubo digestivo está compuesta por músculo liso, con una capa de músculo longitudinal situada externamente a una capa muscular circular. La capa externa circular de músculos faríngeos está formada por tres **constrictores de la faringe: superior, medio** e **inferior** (figs. 8-44 y 8-46). Los músculos internos longitudinales son el **palatofaríngeo,** el **estilofaríngeo** y el **salpingofaríngeo.** Estos músculos elevan la laringe y la acortan durante la deglución y el habla. Los músculos faríngeos están ilustrados en la figura 8-47, y sus inserciones, inervación y acciones se describen en la tabla 8-6.

Los constrictores de la faringe tienen un fuerte recubrimiento fascial interno, la **fascia faringobasilar** (fig. 8-46B), y un delgado recubrimiento fascial externo, la *fascia bucofaríngea* (fig. 8-41A). Inferiormente, la fascia bucofaríngea se fusiona con la lámina pretraqueal de la *fascia cervical profunda.* Los constrictores de la faringe se contraen de manera involuntaria, de modo que la contracción tiene lugar secuencialmente desde el extremo superior al inferior de la faringe, impulsando el alimento hacia el interior del esófago. Los tres constrictores de la faringe están inervados por el *plexo nervioso faríngeo,* que está formado por ramos faríngeos de los nervios vago y glosofaríngeo y por ramos simpáticos del ganglio cervical superior (fig. 8-46A; tabla 8-6). El plexo faríngeo se localiza en la pared lateral de la faringe, principalmente sobre el constrictor medio de la faringe.

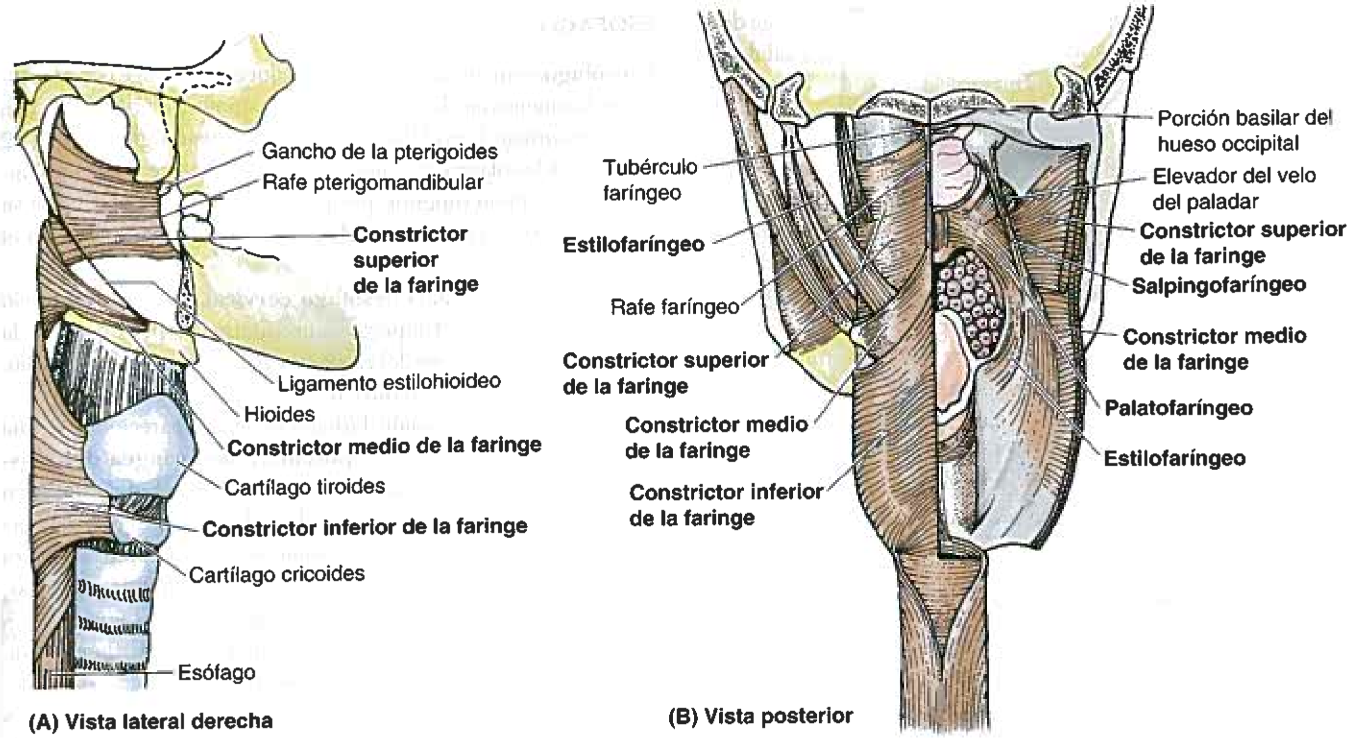

Gancho de la pterigoides
Rafe pterigomandibular
Constrictor superior de la faringe
Ligamento estilohioideo
Hioides
Constrictor medio de la faringe
Cartílago tiroides
Constrictor inferior de la faringe
Cartílago cricoides
Esófago
(A) Vista lateral derecha
Tubérculo faríngeo
Estilofaríngeo
Rafe faríngeo
Constrictor superior de la faringe
Constrictor medio de la faringe
Constrictor inferior de la faringe
Porción basilar del hueso occipital
Elevador del velo del paladar
Constrictor superior de la faringe
Salpingofaríngeo
Constrictor medio de la faringe
Palatofaríngeo
Estilofaríngeo
(B) Vista posterior

FIGURA 8-47. Músculos de la faringe.

TABLA 8-6. MÚSCULOS DE LA FARINGE

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción(es) principal(es)
Capa externa				
Constrictor superior de la faringe	Gancho de la pterigoides, rafe pterigomandibular, extremo posterior de la línea milohioidea de la mandíbula y lado de la lengua	Tubérculo faríngeo en la porción basilar del hueso occipital	Ramo faríngeo del vago (NC X) y plexo faríngeo	Constriñen las paredes de la faringe durante la deglución
Constrictor medio de la faringe	Ligamento estilohioideo y astas mayor y menor del hioides	Rafe faríngeo	Ramo faríngeo del vago (NC X) y plexo faríngeo, más ramos del ramo externo del nervio laríngeo superior y del nervio laríngeo recurrente del vago	
Constrictor inferior de la faringe	Línea oblicua del cartílago tiroides y lado del cartílago cricoides	La porción cricofaríngea rodea la unión faringoesofágica sin formar un rafe		
Capa interna				
Palatofaríngeo	Paladar duro y aponeurosis palatina	Borde posterior de la lámina del cartílago tiroides y lados de la faringe y el esófago	Ramo faríngeo del vago (NC X) y plexo faríngeo	Elevan (acortan y ensanchan) la faringe y la laringe durante la deglución y el habla
Salpingofaríngeo	Porción cartilaginosa de la trompa auditiva	Se une con el palatofaríngeo		
Estilofaríngeo	Apófisis estiloides del hueso temporal	Bordes posterior y superior del cartílago tiroides con el palatofaríngeo	Nervio glosofaríngeo (NC IX)	

El solapamiento de los músculos constrictores de la faringe deja cuatro hendiduras en la musculatura para la entrada o salida de estructuras en la faringe (fig. 8-47):

1. El elevador del velo del paladar, la trompa auditiva y la arteria palatina ascendente, superiores al constrictor superior de la faringe, pasan a través de la *hendidura entre el constrictor superior de la faringe y el cráneo.* Éste es el punto donde la fascia faringobasilar se fusiona con la fascia bucofaríngea para formar, junto con la mucosa, la delgada pared del receso faríngeo (fig. 8-42).
2. Una *hendidura entre los constrictores superior y medio de la faringe* forma una vía de paso que permite que el estilofaríngeo, el nervio glosofaríngeo y el ligamento estilohioideo alcancen la cara interna de la pared faríngea (fig. 8-47).
3. Una *hendidura entre los constrictores medio e inferior de la faringe* permite el paso hacia la laringe del ramo interno del nervio laríngeo superior, y de la arteria y la vena laríngeas superiores.
4. Una *hendidura inferior al constrictor inferior de la faringe* permite que el nervio laríngeo recurrente y la arteria laríngea inferior pasen superiormente hacia la laringe.

Vasos de la faringe. La **arteria tonsilar** (fig. 8-44B), una rama de la arteria facial, pasa a través del músculo constrictor superior de la faringe y penetra en el polo inferior de la tonsila palatina. La tonsila también recibe ramitas arteriales de las arterias palatina ascendente, lingual, palatina descendente y faríngea ascendente. La gran **vena palatina externa** (vena paratonsilar) desciende desde el paladar blando y pasa próxima a la cara lateral de la tonsila antes de entrar en el plexo venoso faríngeo.

Los **vasos linfáticos tonsilares** discurren lateral e inferiormente hacia los nódulos linfáticos cercanos al ángulo de la mandíbula y al **nódulo yugulodigástrico,** conocido como *nódulo tonsilar* a causa de su frecuente agrandamiento cuando la tonsila se inflama (*tonsilitis* o *amigdalitis*) (fig. 8-48). Las tonsilas palatinas, linguales y faríngeas forman el **anillo linfático faríngeo** (tonsilar), una banda circular incompleta de tejido linfoide alrededor de la porción superior de la faringe (fig. 8-49). La porción anteroinferior del anillo está formada por la **tonsila lingual** en la porción posterior de la lengua. Las porciones laterales del anillo están formadas por las tonsilas palatinas y tubáricas, mientras que las porciones posterior y superior están formadas por la tonsila faríngea.

Nervios faríngeos. La inervación de la faringe (la motora y la mayor parte de la sensitiva) deriva del **plexo nervioso faríngeo** (fig. 8-46). Las fibras motoras del plexo derivan del nervio vago (NC X) a través de su ramo o ramos faríngeos. Inervan todos los músculos de la faringe y el paladar blando, salvo el estilofaríngeo (inervado por el NC IX) y el tensor del velo del paladar (inervado por el NC V_3). El constrictor inferior de la faringe también recibe algunas fibras motoras del ramo externo del nervio laríngeo superior y del ramo laríngeo recurrente del vago. Las fibras sensitivas del plexo derivan del nervio glosofaríngeo. Éstas se distribuyen por las tres partes de la faringe. Además, la mucosa de las partes anterior y superior de la nasofaringe reciben inervación del nervio maxilar (NC V_2). Los **nervios tonsilares** derivan del *plexo nervioso tonsilar*, formado por ramos de los nervios glosofaríngeo y vago.

ESÓFAGO

El **esófago** es un tubo muscular que conecta la faringe con el estómago. Comienza en el cuello, donde se continúa superiormente con la laringofaringe a nivel de la **unión faringoesofágica** (figs. 8-42 y 8-46B). El esófago está constituido por músculo estriado (voluntario) en su tercio superior, por músculo liso (involuntario) en su tercio inferior, y por una mezcla de músculo liso y estriado en el tercio medio.

Su primera porción, el **esófago cervical,** es parte del tercio superior voluntario. Empieza inmediatamente posterior y a la altura del borde inferior del cartílago cricoides en el plano medio. Este es el nivel de la vértebra C6.

Externamente, la unión faringoesofágica aparece como una constricción producida por la **porción cricofaríngea del músculo constrictor inferior de la faringe** (el esfínter esofágico superior), y es la porción más estrecha del esófago. El esófago cervical se inclina ligeramente a la izquierda en su descenso y entra en el mediastino superior a través de la abertura superior del tórax, donde se convierte en el esófago torácico.

Cuando el esófago está vacío, la luz tiene forma de hendidura. Cuando el bolo alimenticio desciende por él, la luz se expande, provocando un peristaltismo reflejo en los dos tercios inferiores del esófago. El esófago cervical se localiza entre la tráquea y la columna vertebral (figs. 8-41 y 8-43A). Está unido a la tráquea por tejido conectivo laxo. Los *nervios laríngeos recurrentes* se encuentran dentro o cerca de los *surcos traqueoesofágicos* formados entre la tráquea y el esófago (fig. 8-46). A la derecha del esófago se encuentran el lóbulo derecho de la *glándula tiroides* y la *vaina carotídea* derecha, con su contenido.

El esófago está en contacto con la pleura cervical en la raíz del cuello. A la izquierda están el lóbulo izquierdo de la glándula tiroides y la vaina carotídea izquierda. El conducto torácico se adhiere al lado izquierdo del esófago y se sitúa entre éste y la pleura. Véanse los capítulos 1 y 2 para detalles relacionados con las regiones torácicas y abdominales del esófago.

Vasos del esófago cervical. Las arterias del esófago cervical son ramas de las *arterias tiroideas inferiores.* Cada arteria da origen a ramas ascendentes y descendentes que se anastomosan entre sí y cruzan la línea media. Las venas del esófago cervical son tributarias de las *venas tiroideas inferiores.* Los vasos linfáticos de la porción cervical del esófago drenan en los *nódulos linfáticos paratraqueales y cervicales profundos inferiores* (fig. 8-48).

Nervios del esófago cervical. La inervación del esófago es motora y sensitiva somática para la mitad superior, y parasimpática (vagal), simpática y sensitiva visceral para la mitad inferior. El esófago cervical recibe fibras somáticas a través de ramos de los *nervios laríngeos recurrentes,* y fibras vasomotoras procedentes de los *troncos simpáticos cervicales* a través del plexo que rodea a la arteria tiroidea inferior (fig. 8-46).

Anatomía de superficie de las capas endocrina y respiratoria de las vísceras cervicales

El cuello de un lactante es corto, y por tanto las vísceras cervicales se localizan más arriba en los lactantes que en los adultos. Las vís-

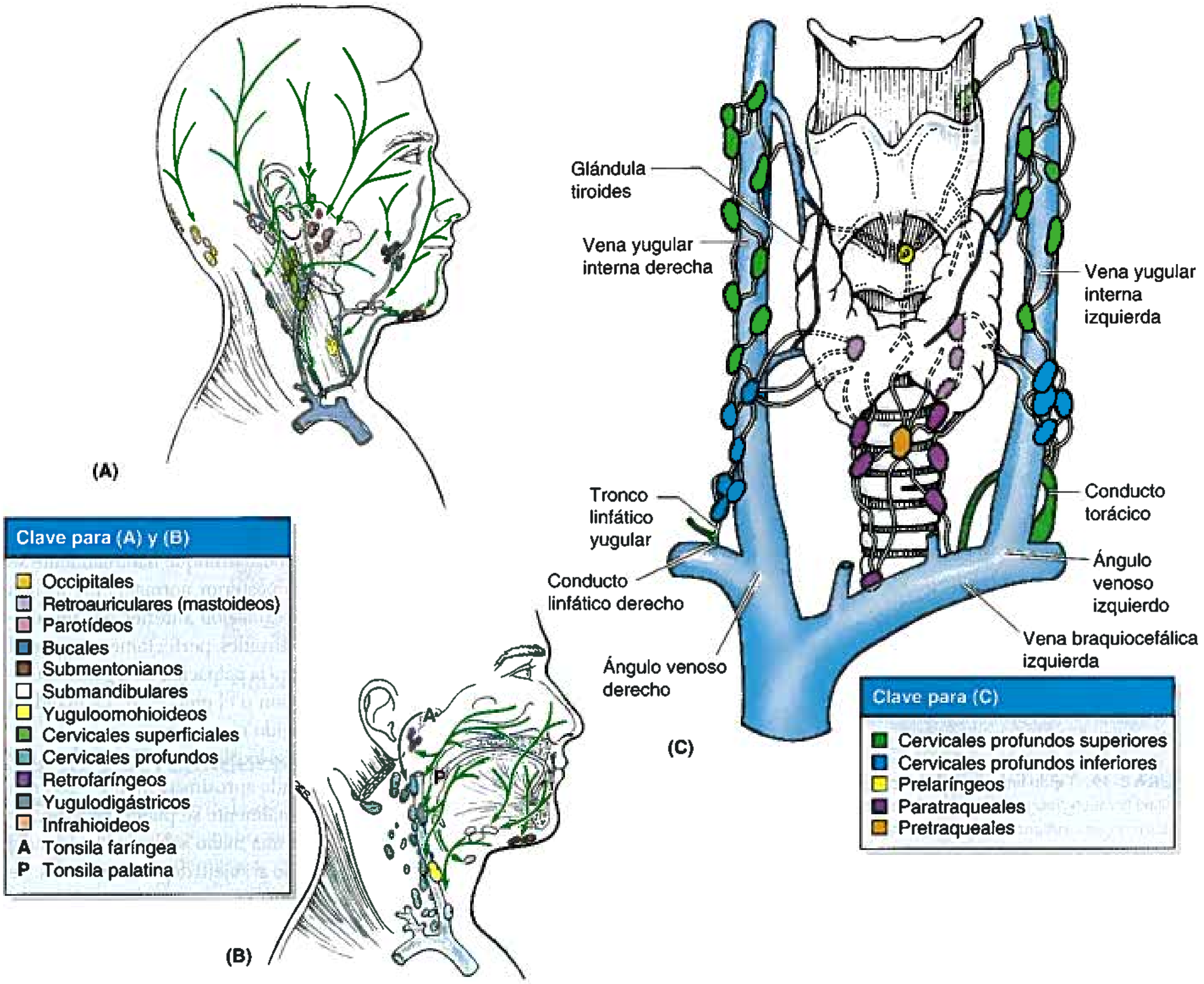

(A)
Clave para (A) y (B)
🟧 Occipitales
🟪 Retroauriculares (mastoideos)
🟥 Parotídeos
🟦 Bucales
🟫 Submentonianos
☐ Submandibulares
🟨 Yuguloomohioideos
🟩 Cervicales superficiales
🟦 Cervicales profundos
🟪 Retrofaríngeos
⬛ Yugulodigástricos
🟧 Infrahioideos
A Tonsila faríngea
P Tonsila palatina
A
P
(B)
Glándula tiroides
Vena yugular interna derecha
Vena yugular interna izquierda
Tronco linfático yugular
Conducto linfático derecho
Ángulo venoso derecho
Conducto torácico
Ángulo venoso izquierdo
Vena braquiocefálica izquierda
(C)
Clave para (C)
🟩 Cervicales profundos superiores
🟦 Cervicales profundos inferiores
🟨 Prelaríngeos
🟪 Paratraqueales
🟧 Pretraqueales

FIGURA 8-48. **Drenaje linfático de la cabeza y el cuello. A** y **B.** Se muestran los trayectos de los drenajes linfáticos superficial y profundo, respectivamente. **C.** Se muestran los nódulos linfáticos, los troncos linfáticos y el conducto torácico.

ceras cervicales no alcanzan sus niveles definitivos hasta después de los 7 años de edad. El alargamiento del cuello se acompaña de cambios de crecimiento en la piel. Por consiguiente, una incisión en la línea media en la porción inferior del cuello en un lactante provoca una cicatriz que se localizará sobre la porción superior del esternón cuando sea niño.

El *hueso hioides*, en forma de U, se sitúa en la porción anterior del cuello, en el ángulo profundo entre la mandíbula y el cartílago tiroides, a la altura de la vértebra C3 (fig. 8-50). Al deglutir, el hioides se moverá bajo los dedos si se sitúan en el ángulo entre el mentón y el cuello anterior. El asta mayor de un lado del hioides es palpable sólo cuando el asta mayor del lado opuesto se ha fijado.

La **prominencia laríngea** está producida por el encuentro de las láminas del cartílago tiroides formando un ángulo agudo en la línea media anterior. Este ángulo tiroideo, más agudo en los varones pospúberes, forma la prominencia laríngea («nuez de Adán»), que es palpable y habitualmente visible. Durante la palpación de la prominencia puede notarse que se retira al deglutir. Los pliegues vocales se encuentran a la altura de la mitad de la prominencia laríngea.

El *cartílago cricoides* puede palparse inferior a la prominencia laríngea, a nivel de la vértebra C6. Al extender el cuello tanto como sea posible y deslizar el dedo sobre la prominencia laríngea, mientras éste baja desde la prominencia se nota el *ligamento cricotiroideo*, el lugar para una *cricotirotomía con aguja* o coniotomía (v. el cuadro azul «Aspiración de cuerpos extraños y maniobra de Heimlich», p. 1044). Una vez que los dedos pasen sobre el arco del cartílago cricoides, se notará que la yema del dedo se hunde, dado que el arco del cartílago se proyecta más anteriormente que los anillos de la tráquea. El cartílago cricoides, un punto de referencia clave del cuello, indica:

- El nivel de la vértebra C6.
- El lugar donde la arteria carótida puede comprimirse contra la apófisis transversa de la vértebra C6.
- La unión de la laringe y la tráquea.

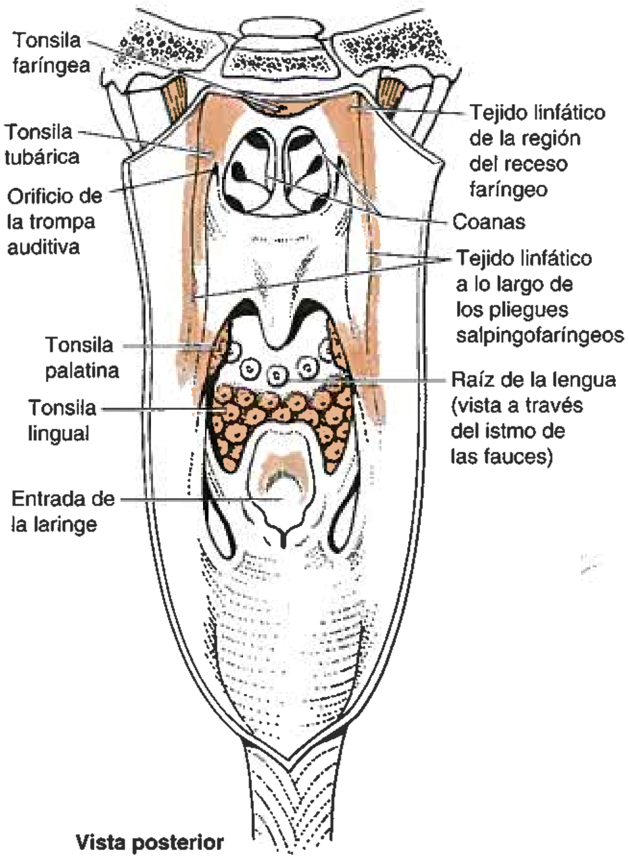

Tonsila faríngea
Tonsila tubárica
Orificio de la trompa auditiva
Tonsila palatina
Tonsila lingual
Entrada de la laringe
Tejido linfático de la región del receso faríngeo
Coanas
Tejido linfático a lo largo de los pliegues salpingofaríngeos
Raíz de la lengua (vista a través del istmo de las fauces)
Vista posterior

FIGURA 8-49. Tejido linfoide de la lengua y la faringe. El anillo faríngeo (tonsilar) linfático *(rosa)* en torno a la faringe superior está formado por las tonsilas faríngeas, tubáricas, palatinas y linguales.

- La unión de la faringe con el esófago.
- El punto en el que el nervio laríngeo recurrente entra en la laringe.
- El lugar que está aproximadamente a 3 cm por encima del istmo de la glándula tiroides.

El **primer cartílago traqueal** es más ancho que los demás y se puede palpar (fig. 8-28). Los cartílagos segundo a cuarto no pueden palparse porque el istmo, que conecta los lóbulos derecho e izquierdo de la glándula tiroides, los cubre.

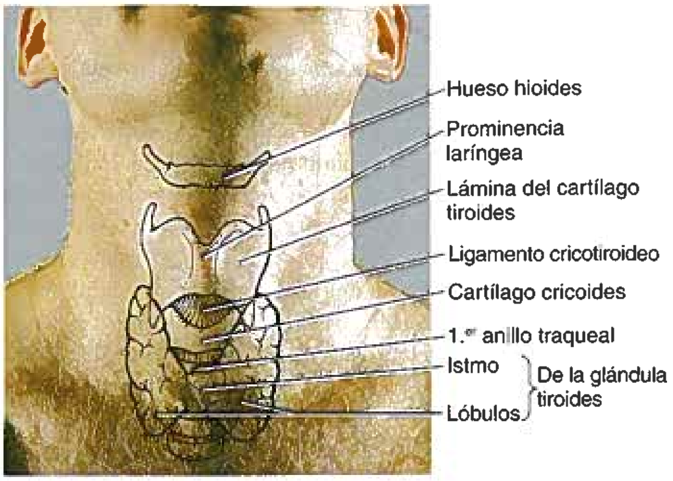

Hueso hioides
Prominencia laríngea
Lámina del cartílago tiroides
Ligamento cricotiroideo
Cartílago cricoides
1.er anillo traqueal
Istmo
Lóbulos
De la glándula tiroides

FIGURA 8-50. Anatomía de superficie de las capas endocrina y respiratoria del cuello.

La *glándula tiroides* puede palparse mediante aproximaciones anteriores o posteriores (es decir, permaneciendo delante o detrás del sujeto). Hay que colocar las puntas de los dedos por delante (para el istmo) o inmediatamente laterales (para los lóbulos) a la tráquea, y a continuación solicitar al sujeto que degluta (v. detalles en Bickley y Szilagyi, 2007). Aunque habitualmente se realizan ambas aproximaciones, la posterior normalmente facilita una mejor palpación, pero la aproximación anterior nos permite además observar. Una glándula tiroides perfectamente normal puede no ser visible ni distinguible a la palpación en algunas mujeres excepto durante la menstruación o el embarazo. La glándula normal tiene la consistencia del tejido muscular.

El *istmo de la glándula tiroides* se localiza inmediatamente inferior al cartílago cricoides; se extiende aproximadamente 1,25 cm a cada lado de la línea media. Normalmente se puede palpar colocando las puntas de los dedos de una mano sobre la línea media bajo el arco del cricoides y haciendo al sujeto deglutir entonces. Se notará el istmo subiendo y luego bajando. El vértice de cada *lóbulo de la glándula tiroides* se encuentra en el centro de la lámina del cartílago tiroides.

La anatomía de superficie de la cara posterior del cuello se describe en el capítulo 4. Los puntos clave son los siguientes:

- Las *apófisis espinosas de las vértebras C6 y C7* se pueden palpar y visualizar, especialmente cuando el cuello se encuentra flexionado.
- Las *apófisis transversas de las vértebras C1, C6 y C7* son palpables.
- Los *tubérculos de la vértebra C1* pueden palparse mediante presión profunda posteroinferior a las puntas de las apófisis mastoides.

VÍSCERAS DEL CUELLO

Arteria tiroidea ima

En aproximadamente un 10% de la población se origina del tronco braquiocefálico la **arteria tiroidea ima,** pequeña e impar (fig. C8-5); no obstante, también puede originarse del arco de la aorta o de las arterias carótida común derecha, subclavia o torácica interna. Esta pequeña arteria asciende sobre la cara anterior de la tráquea hacia el istmo de la glándula tiroides, proporcionando ramas a ambas estructuras. Se debe considerar la posibilidad de la existencia de esta arteria cuando se realicen intervenciones en la línea media del cuello por debajo del istmo, dado que es una posible causa de sangrado (v. el cuadro azul «Traqueostomía», p. 1045).

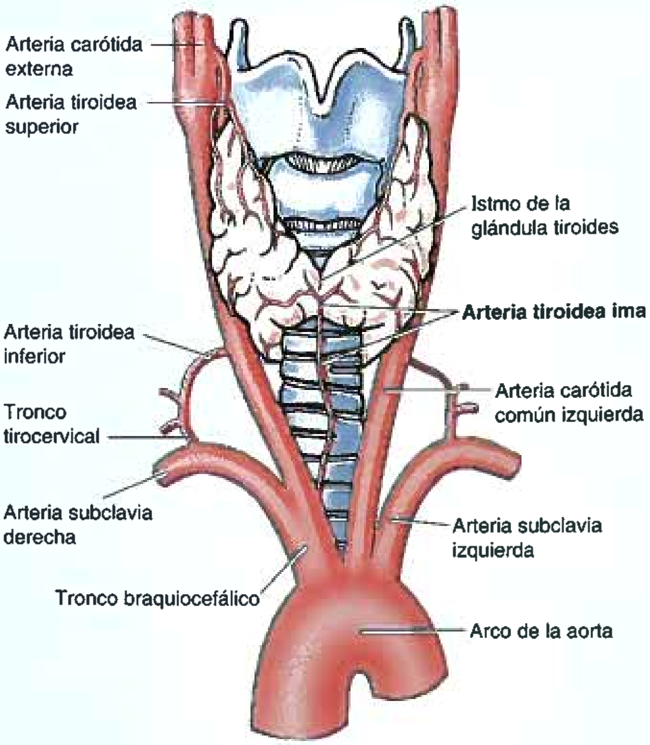

Arteria carótida externa
Arteria tiroidea superior
Istmo de la glándula tiroides
Arteria tiroidea ima
Arteria tiroidea inferior
Arteria carótida común izquierda
Tronco tirocervical
Arteria subclavia derecha
Arteria subclavia izquierda
Tronco braquiocefálico
Arco de la aorta

FIGURA C8-5.

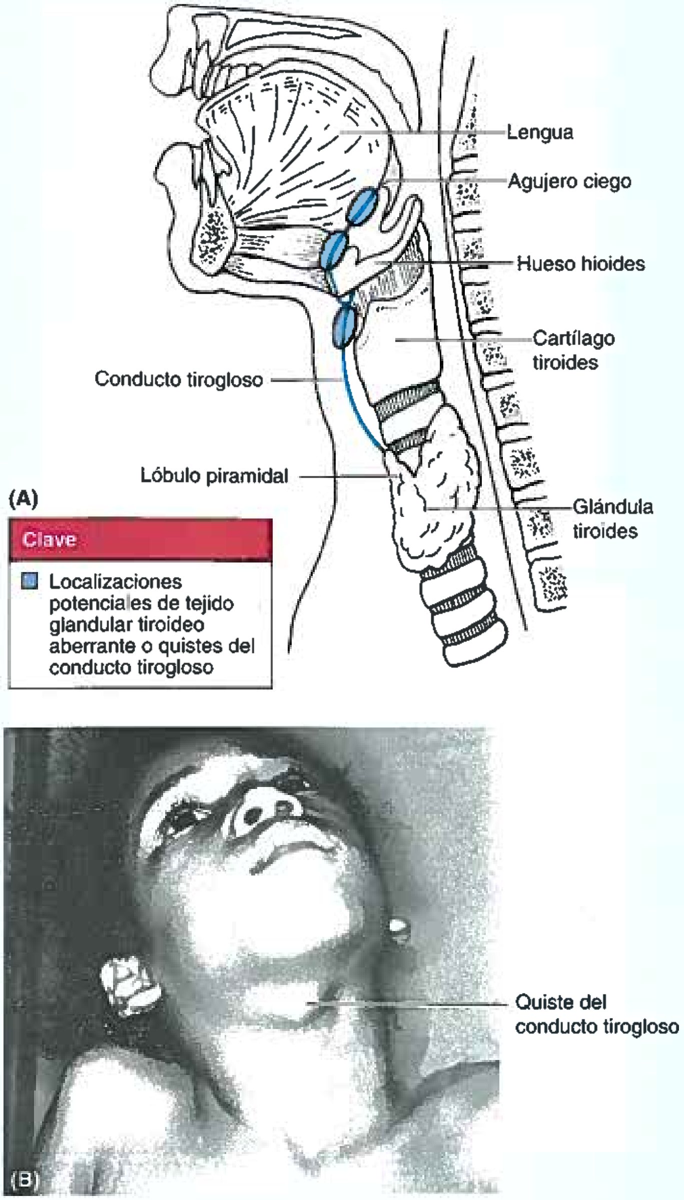

Lengua
Agujero ciego
Hueso hioides
Cartílago tiroides
Conducto tirogloso
Lóbulo piramidal
Glándula tiroides
(A)
Clave
▨ Localizaciones potenciales de tejido glandular tiroideo aberrante o quistes del conducto tirogloso
Quiste del conducto tirogloso
(B)

FIGURA C8-6. **A.** Vestigios del conducto tirogloso. **B.** Niño con un quiste del conducto tirogloso.

Quistes del conducto tirogloso

El desarrollo de la glándula tiroides comienza en el suelo de la faringe embrionaria, en el lugar señalado con una pequeña depresión, el **agujero ciego,** en el dorso de la lengua posnatal (cap. 7, p. 940). Posteriormente, la glándula en desarrollo se traslada desde la lengua al interior del cuello, pasando anterior a los cartílagos hioides y tiroides hasta alcanzar su posición final anterolateral a la porción superior de la tráquea. Durante esta reubicación, la glándula tiroides se une al agujero ciego a través del **conducto tirogloso.** Normalmente este conducto desaparece, pero pueden persistir restos de epitelio y formar un *quiste del conducto tirogloso* en cualquier punto a lo largo de su trayecto de descenso (fig. C8-6A). Este tipo de quiste se localiza generalmente en el cuello, cercano o inmediatamente inferior al cuerpo del hueso hioides, y forma una tumefacción en la porción anterior del cuello. Puede ser necesaria la resección quirúrgica del quiste (fig. C8-6B).

Glándula tiroides aberrante

Puede encontrarse tejido glandular tiroideo aberrante en cualquier localización a lo largo del trayecto del conducto tirogloso embrionario. Aunque es infrecuente, el conducto tirogloso que transporta tejido tiroideo en formación en su extremo distal puede fallar en su traslado a su ubicación definitiva en el cuello. Puede encontrarse tejido tiroideo aberrante en la raíz de la lengua, justo posterior al agujero ciego, dando lugar a una **glándula tiroides lingual,** o en el cuello, en el hioides o justo inferior a éste (figura C8-7A). Se pueden diferenciar los restos quísticos del conducto tirogloso de una glándula tiroides no descendida mediante una gammagrafía (fig. C8-7B). Como norma, una glándula tiroides ectópica en el plano medio del cuello es el único tejido tiroideo presente. Ocasionalmente, un quiste del conducto tirogloso puede asociarse a tejido glandular tiroideo. Por tanto, a la hora de extirpar un quiste es importante diferenciar entre una glándula tiroides ectópica y un quiste del conducto tirogloso. En caso de no hacerlo se puede provocar una tiroidectomía total, dejando al paciente dependiente de forma permanente de medicación tiroidea (Leung *et al.*, 1995).

Tejido glandular tiroideo accesorio

Pueden persistir porciones del conducto tirogloso que formen tejido tiroideo. El tejido tiroideo accesorio puede aparecer en cualquier lugar a lo largo del trayecto embrionario del conducto tirogloso (p. ej., en el timo por debajo

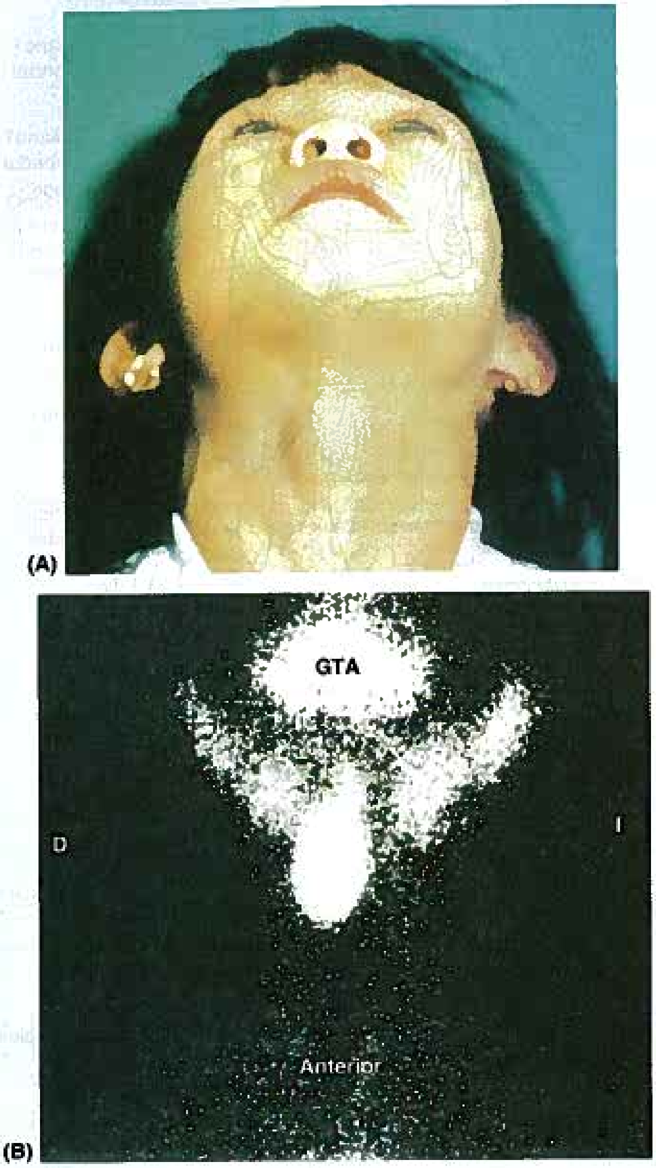


FIGURA C8-7. **Tejido glandular tiroideo aberrante. A.** Tejido aberrante por debajo del hueso hioides. **B.** Gammagrafía que muestra la presencia de tejido glandular tiroideo aberrante (GTA). El tejido glandular en su posición normal se encuentra en masas de forma irregular que definen unos pequeños lóbulos que se estrechan y un gran istmo.

de la glándula tiroides o en el tórax). El tejido tiroideo accesorio puede desarrollarse en el cuello lateral al cartílago tiroides; generalmente, se sitúa sobre el músculo tirohioideo (fig. 8-28). Aunque el tejido accesorio puede ser funcional, con frecuencia es demasiado pequeño para mantener la función normal si se extirpa la glándula tiroides.

Lóbulo piramidal de la glándula tiroides

Aproximadamente el 50 % de las glándulas tiroides tiene un lóbulo piramidal. Este lóbulo, de tamaño variable, se extiende superiormente desde el istmo de la glándula tiroides, generalmente a la izquierda del plano medio; el istmo puede estar incompleto (fig. C8-8). Una banda de tejido conectivo, que a menudo contiene tejido tiroideo accesorio, puede continuar desde el vértice del lóbulo piramidal hacia el hioides. El lóbulo piramidal y la banda se desarrollan a partir de restos de epitelio y tejido conectivo del conducto tirogloso.

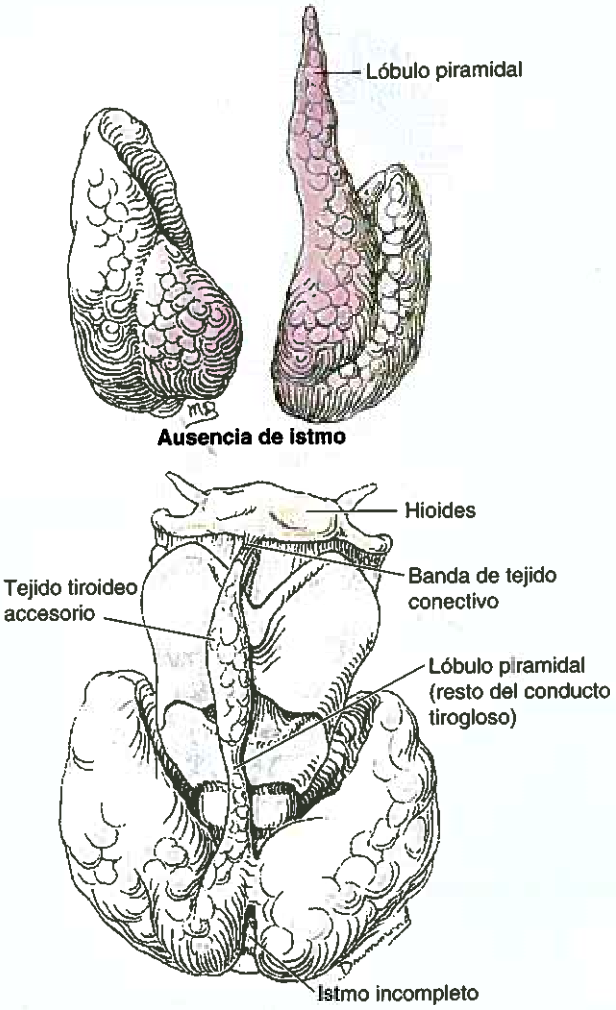

Lóbulo piramidal
Ausencia de istmo
Hioides
Banda de tejido conectivo
Tejido tiroideo accesorio
Lóbulo piramidal (resto del conducto tirogloso)
Istmo incompleto

FIGURA C8-8.

Aumento de tamaño de la glándula tiroides

Se denomina bocio al aumento de tamaño de la glándula tiroides por causas no neoplásicas ni inflamatorias, y diferente del aumento variable de tamaño que puede tener lugar durante la menstruación y el embarazo. El *bocio* se produce por la falta de yodo. Es frecuente en algunas partes del mundo donde la tierra y el agua tienen carencia de yodo. El aumento de tamaño de la glándula origina una tumefacción en el cuello que puede comprimir la tráquea, el esófago y los nervios laríngeos recurrentes (fig. C8-9). Cuando la glándula se agranda lo puede hacer anteriormente, posteriormente, inferiormente o lateralmente. No se puede mover hacia arriba debido a las inserciones superiores de los músculos esternotiroideo y esternohioideo (tabla 8-3). También es habitual la extensión subesternal del bocio.

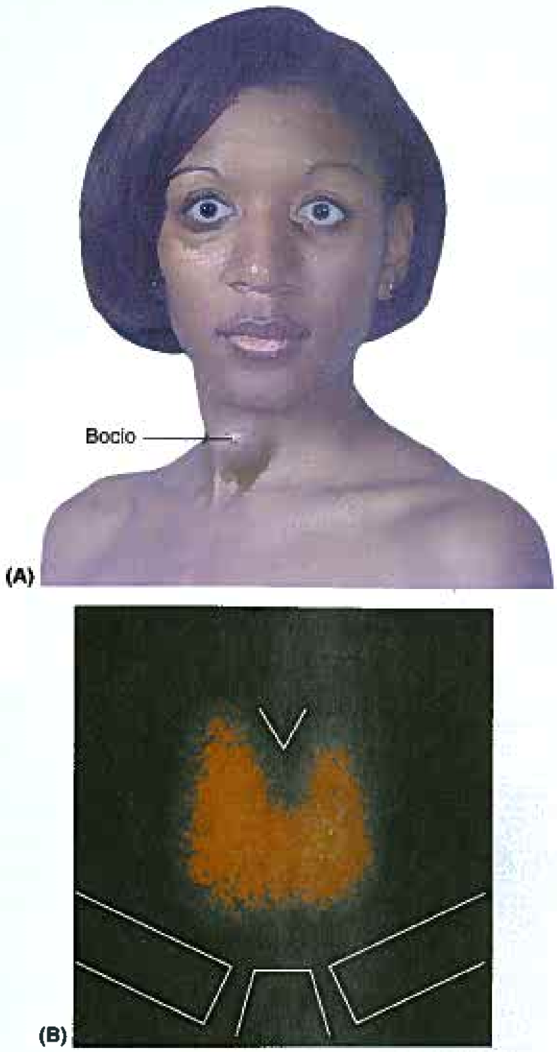


FIGURA C8-9. **Glándula tiroides aumentada de tamaño. A.** Paciente con un bocio. **B.** Gammagrafía que muestra una glándula tiroides con un aumento difuso de tamaño.

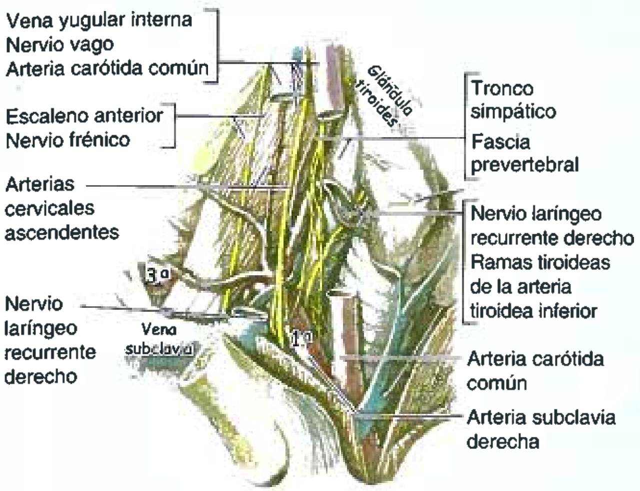

Vena yugular interna
Nervio vago
Arteria carótida común
Escaleno anterior
Nervio frénico
Arterias cervicales ascendentes
Nervio laríngeo recurrente derecho
Vena subclavia
3 a
1 a
Glándula tiroides
Tronco simpático
Fascia prevertebral
Nervio laríngeo recurrente derecho
Ramas tiroideas de la arteria tiroidea inferior
Arteria carótida común
Arteria subclavia derecha

FIGURA C8-10.

Tiroidectomía

La escisión de un tumor maligno de la glándula tiroides y otros procedimientos quirúrgicos a veces implican la resección de parte o la totalidad de la glándula (*hemitiroidectomía o tiroidectomía*). En el tratamiento quirúrgico del hipertiroidismo, generalmente se preserva la porción posterior de cada lóbulo de la glándula hipertrofiada, un procedimiento denominado *tiroidectomía subtotal*, para proteger los nervios laríngeos recurrente y superior y respetar las glándulas paratiroides. Una hemorragia postoperatoria tras la cirugía de la glándula tiroides puede comprimir la tráquea, dificultando la respiración. La sangre se acumula dentro de la cápsula fibrosa de la glándula.

Lesión de los nervios laríngeos recurrentes

El riesgo de lesión de los nervios laríngeos recurrentes siempre está presente durante la cirugía del cuello. Cerca del polo inferior de la glándula tiroides, el nervio laríngeo recurrente derecho se encuentra íntimamente relacionado con la arteria tiroidea inferior y sus ramas (fig. C8-10). Este nervio puede cruzar anterior o posterior a ramas de la arteria, o puede pasar entre ellas. Debido a esta relación tan estrecha, la arteria tiroidea inferior se liga a cierta distancia lateral a la glándula tiroides, donde no se encuentra cerca del nervio. Aunque el riesgo de lesionar el nervio laríngeo recurrente izquierdo durante la cirugía no es tan alto debido a su ascenso más vertical desde el mediastino superior, la arteria y el nervio también están íntimamente relacionados cerca del polo inferior de la glándula tiroides (fig. 8-27). La voz ronca es el signo habitual de la lesión unilateral del nervio laríngeo recurrente; sin embargo, puede ocasionar afonía temporal o alteraciones en la fonación (producción de voz) y espasmos laríngeos. Estos signos generalmente se producen al magullar los nervios laríngeos recurrentes durante la cirugía o por la presión generada por sangre acumulada y exudados serosos tras la operación.

Extirpación involuntaria de las glándulas paratiroides

La variabilidad en la posición de las glándulas paratiroides, en particular de las inferiores, las pone en riesgo de ser dañadas o resecadas durante una intervención quirúrgica del cuello. Las glándulas paratiroides superiores pueden estar a un nivel como el del cartílago tiroides, y las inferiores pueden llegar hasta el mediastino superior (fig. 8-30). Deben tenerse en cuenta las localizaciones aberrantes de estas glándulas cuando se buscan glándulas paratiroides anormales, como puede ocurrir en el tratamiento de un *adenoma paratiroideo*, un tumor habitualmente benigno del tejido epitelial que se asocia a hiperparatiroidismo.

La atrofia o la extirpación involuntaria de todas las glándulas paratiroides provoca *tetania*, un síndrome neurológico grave caracterizado por espasmos musculares y calambres. Los espasmos generalizados se deben a una disminución en la concentración sérica de calcio. Dado que se afectan los músculos laríngeos y respiratorios, la falta de un tratamiento adecuado inmediato puede ser mortal. Para proteger estas glándulas durante la tiroidectomía los cirujanos normalmente preservan la porción posterior de los lóbulos de la glándula tiroides.

En aquellos casos en que es necesaria la extirpación total de la glándula tiroides (p. ej., debido a una neoplasia maligna), las glándulas paratiroides se aíslan cuidadosamente con sus vasos sanguíneos intactos antes de la resección de la glándula tiroides. El tejido paratiroideo también puede trasplantarse, normalmente al brazo, de forma que no sea dañado por la cirugía o la radioterapia posteriores.

Fracturas del esqueleto laríngeo

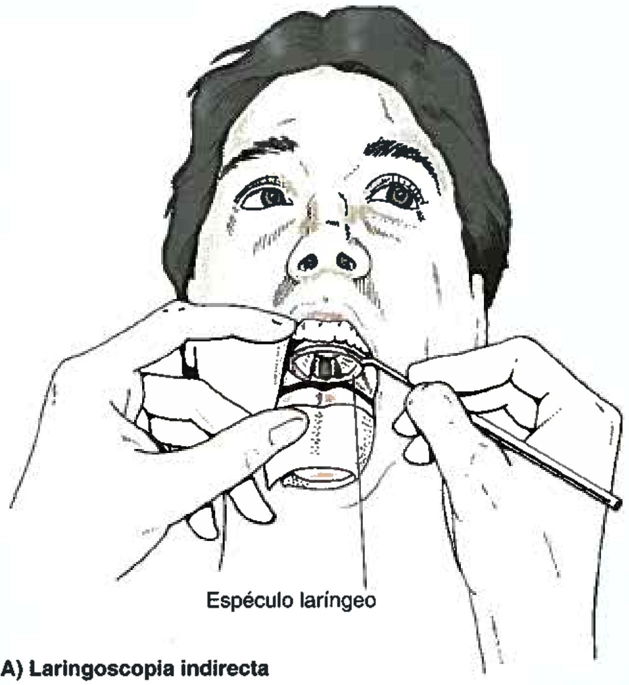
Las fracturas laríngeas pueden estar provocadas por golpes, como los recibidos en deportes como el *kick boxing* o el hockey, o por la compresión causada por el cinturón de seguridad en un accidente de automóvil. Dada la frecuencia de este tipo de lesión, la mayoría de los porteros de hockey sobre hielo y de los receptores de béisbol llevan protecciones colgadas de sus máscaras para cubrirse la laringe. Las fracturas laríngeas provocan hemorragia submucosa y edema, obstrucción respiratoria, afonía y, en algunas ocasiones, incapacidad temporal para hablar.

Laringoscopia

La laringoscopia es el procedimiento que se utiliza para examinar el interior de la laringe. La inspección de la laringe puede realizarse visualmente mediante *laringoscopia indirecta*, con la ayuda de un espéculo laríngeo (fig. C8-11A). La porción anterior de la lengua se saca ligeramente de la cavidad bucal para minimizar la extensión en que la porción posterior de la lengua cubre la epiglotis y la extremidad de la laringe. Dado que durante la respiración normal la hendidura del vestíbulo es mayor que la hendidura glótica, en la exploración laringoscópica se visualizan los pliegues vestibulares y los pliegues vocales (fig. C8-11B). La laringe también puede visualizarse mediante *laringoscopia directa*, utilizando un instrumento endoscópico tubular, un laringoscopio. Un laringoscopio es un endoscopio tubular o de fibra óptica flexible equipado con iluminación eléctrica para la exploración o la intervención en el interior de la laringe a través de la boca. Los pliegues vestibulares normalmente son de color rosa, mientras que los pliegues vocales habitualmente son de color blanco perlado.

Maniobra de Valsalva

Las funciones esfinterianas de los pliegues vestibulares y vocales son importantes durante la maniobra de Valsalva, cualquier esfuerzo de espiración forzada contra la vía aérea cerrada, como la tos, el estornudo o la presión realizada durante la defecación o el levantamiento de peso. Durante una inspiración profunda, los pliegues vestibulares y vocales se abducen ampliamente mientras los pulmones se distienden. En la maniobra de Valsalva, tanto los pliegues vestibulares como los vocales se aducen fuertemente al final de la inspiración profunda. Luego los músculos abdominales anterolaterales se contraen con fuerza para aumentar las presiones intratorácica e intraabdominal. El diafragma relajado transmite de forma pasiva a la cavidad torácica el aumento de presión abdominopélvica. Dado que el aumento de la presión intratorácica impide el retorno venoso a la aurícula (atrio) derecha, la maniobra de Valsalva se usa para estudiar los efectos cardiovasculares del aumento de la presión venosa periférica y del descenso del llenado cardíaco y del gasto cardíaco.


Espéculo laríngeo

(A) Laringoscopia indirecta

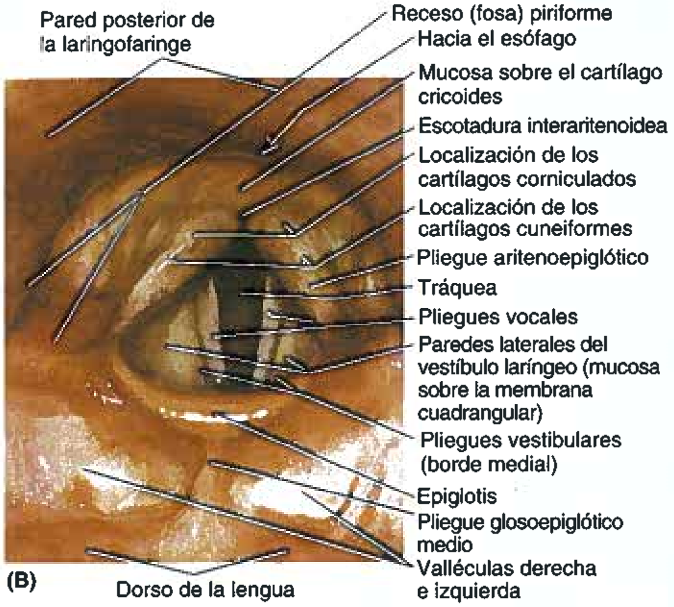

Pared posterior de la laringofaringe
Receso (fosa) piriforme
Hacia el esófago
Mucosa sobre el cartílago cricoides
Escotadura interaritenoidea
Localización de los cartílagos corniculados
Localización de los cartílagos cuneiformes
Pliegue aritenoepiglótico
Tráquea
Pliegues vocales
Paredes laterales del vestíbulo laríngeo (mucosa sobre la membrana cuadrangular)
Pliegues vestibulares (borde medial)
Epiglotis
Pliegue glosoepiglótico medio
Valléculas derecha e izquierda
(B)
Dorso de la lengua

FIGURA C8-11.

Aspiración de cuerpos extraños y maniobra de Heimlich

Un cuerpo extraño, como un trozo de carne, puede ser *aspirado* accidentalmente a través de la entrada de la laringe hasta el vestíbulo laríngeo, donde queda atrapado superiormente a los pliegues vocales. Cuando un cuerpo extraño penetra en el vestíbulo, los músculos laríngeos sufren un espasmo que tensa los pliegues vocales, la hendidura glótica se cierra y no entra aire en la tráquea. El bloqueo que se produce puede sellar completamente la laringe (obstrucción laríngea), ahogando al individuo y dejándole sin habla, dado que la laringe está bloqueada. Se produce asfixia y la persona muere por hipoxia en unos 5 min, aproximadamente, si el objeto no es retirado.

Una persona que se está ahogando toserá para intentar sacar el objeto. Los pliegues vestibulares son parte de los mecanismos de protección que cierran la laringe. La mucosa del vestíbulo es sensible a los cuerpos extraños como la comida. Cuando un objeto atraviesa la entrada de la laringe y contacta con el epitelio vestibular se produce una tos violenta. Para abrir la vía aérea, debe realizarse un tratamiento de urgencia. El método utilizado depende de las condiciones del paciente, de los medios disponibles y de la experiencia de la persona que realiza los primeros auxilios.

Dado que los pulmones todavía contienen aire, una compresión súbita del abdomen (maniobra de Heimlich) causa la elevación del diafragma y comprime los pulmones, que expelen aire desde la tráquea hacia la laringe. Esta maniobra suele desalojar la comida u otro objeto de la laringe. Para llevar a cabo la maniobra de Heimlich, la persona que proporciona los primeros auxilios realiza empujones abdominales subdiafragmáticos para sacar el objeto extraño de la laringe. Primero se coloca el puño cerrado, con la base de la palma mirando hacia dentro, sobre el abdomen de la víctima entre el ombligo y la apófisis xifoides del esternón (fig. C8-12). El puño se agarra con la otra mano y se empuja con fuerza hacia dentro y arriba, forzando el diafragma hacia arriba. Esta maniobra empuja el aire desde los pulmones y crea una tos artificial que normalmente impulsa el cuerpo extraño. Pueden ser necesarios varios empujones abdominales para desalojar la obstrucción de la laringe.

En casos extremos, personas con experiencia (p. ej., médicos) insertan una aguja de grueso calibre a través del ligamento cricotiroideo (*cricotirotomía con aguja* o «coniotomía») para permitir la entrada rápida de aire. Más tarde se puede realizar una *cricotirotomía quirúrgica*, que implica una incisión a través de la piel y el ligamento cricotiroideo para colocar un pequeño *tubo de traqueostomía* en la tráquea (v. fig. C8-13).

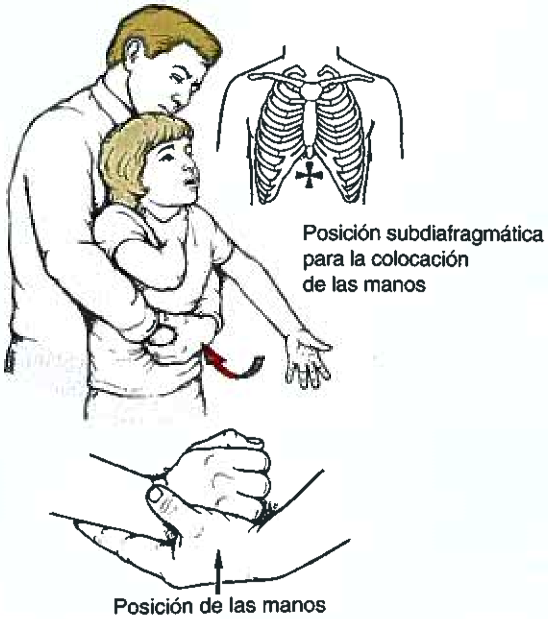


FIGURA C8-12. Maniobra de Heimlich.

Traqueostomía

Una incisión transversa a través de la piel del cuello y la pared anterior de la tráquea (*traqueostomía*) establece una vía aérea en los pacientes con obstrucción de las vías respiratorias altas o insuficiencia respiratoria (fig. C8-13). Se separan lateralmente los músculos infrahioideos y se divide o retrae superiormente el istmo de la glándula tiroides. Se realiza una abertura en la tráquea entre el 1.er y el 2.º anillos traqueales o a través de los anillos 2.º a 4.º. Después, se inserta un *tubo de traqueostomía* en la tráquea y se fija. Para evitar complicaciones durante una traqueostomía, son importantes las siguientes relaciones anatómicas:

- Las *venas tiroideas inferiores* se originan en un plexo venoso sobre la glándula tiroides y descienden anteriores a la tráquea.
- En un 10 % de la población, aproximadamente, está presente una pequeña *arteria tiroidea ima* que asciende desde el tronco braquiocefálico o el arco de la aorta hacia el istmo de la glándula tiroides.
- La *vena braquiocefálica izquierda*, el arco venoso yugular y las pleuras pueden encontrarse en esta zona, particularmente en lactantes y niños.
- El *timo* cubre la porción inferior de la tráquea en lactantes y niños.
- La tráquea en los lactantes es pequeña, móvil y blanda, por lo que es fácil seccionar su pared posterior y lesionar el esófago.

Lesiones de los nervios laríngeos

Dado que el nervio laríngeo inferior, la continuación del nervio laríngeo recurrente, inerva los músculos que mueven los pliegues vocales, cuando se lesiona el nervio (o el nervio del cual procede) se produce la parálisis del pliegue vocal. Al principio la voz es débil, ya que el pliegue paralizado no puede unirse al pliegue vocal normal. En el lapso de unas semanas, el pliegue contralateral cruza la línea media cuando sus músculos actúan de forma compensadora. Cuando se produce una parálisis bilateral de los pliegues vocales, la voz está casi ausente debido a que los pliegues vocales están inmóviles en una posición ligeramente más estrecha que en la posición respiratoria neutra habitual. No pueden aducirse para la fonación, y tampoco pueden abducirse para incrementar la ventilación, lo que da lugar a un *estridor* (respiración ruidosa, de tono agudo) que suele ir acompañado de una ansiedad similar a la que acompaña a una crisis asmática.

En las lesiones progresivas del nervio laríngeo recurrente, la abducción de los ligamentos vocales se pierde antes que la aducción; y a la inversa, durante la recuperación la aducción vuelve antes que la abducción. La voz ronca es el síntoma más habitual de las enfermedades graves de la laringe, como el carcinoma de los pliegues vocales.

La parálisis del nervio laríngeo superior provoca anestesia de la mucosa laríngea superior. Como consecuencia, los mecanismos de

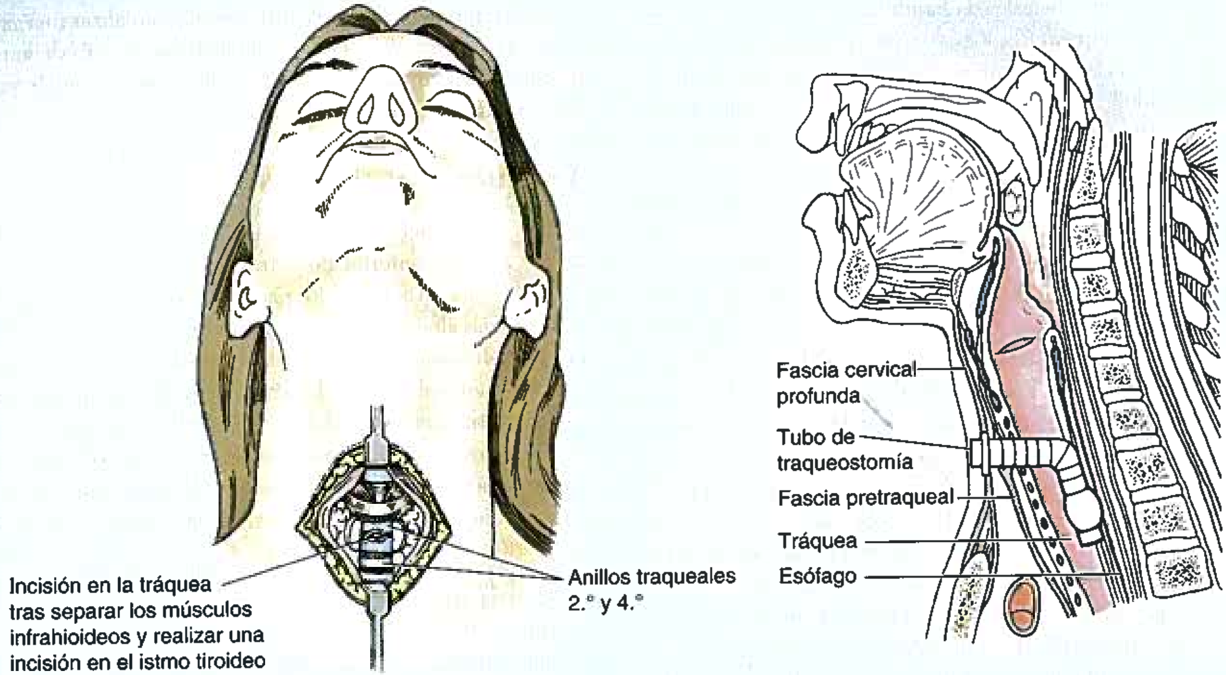

Incisión en la tráquea tras separar los músculos infrahioideos y realizar una incisión en el istmo tiroideo
Anillos traqueales 2.° y 4.°
Fascia cervical profunda
Tubo de traqueostomía
Fascia pretraqueal
Tráquea
Esófago

FIGURA C8-13. **Traqueostomía.**

protección diseñados para mantener los cuerpos extraños fuera de la laringe están inactivos, y los cuerpos extraños pueden entrar con facilidad. La lesión del ramo externo del nervio laríngeo superior causa una voz monótona debido a la parálisis del músculo cricotiroideo al que inerva, el cual es incapaz de variar la longitud y la tensión del pliegue vocal (tabla 8-5). Este tipo de lesión puede pasar desapercibido en individuos que normalmente no emplean una gama amplia de tonos en su habla, pero puede ser crítico en cantantes u oradores públicos.

Para evitar la lesión del ramo externo del nervio laríngeo superior (p. ej., durante una tiroidectomía), la arteria tiroidea superior se liga y secciona por encima de la glándula, donde no se encuentra tan cerca del nervio. Dado que un aumento de tamaño de la glándula tiroides (bocio) puede afectar por sí mismo a la inervación de la laringe por la compresión de los nervios laríngeos, los pliegues vocales se examinan mediante laringoscopia antes de una intervención en esta área. De esta forma se puede distinguir entre un daño a la laringe o sus nervios secundario a un accidente quirúrgico y una lesión previa como consecuencia de la compresión del nervio.

Bloqueo del nervio laríngeo superior

El bloqueo del nervio laríngeo superior se realiza habitualmente en la intubación traqueal con el paciente consciente. Esta técnica se utiliza en endoscopia peroral, ecocardiografía transesofágica e instrumentación laríngea y esofágica. La aguja se inserta a medio camino entre el cartílago tiroides y el hioides, 1-5 cm por delante del asta mayor del hioides. La aguja pasa a través de la membrana tirohioidea y el anestésico baña el ramo interno, el ramo terminal más grande del nervio laríngeo superior. La anestesia de la mucosa laríngea se localiza por encima de los pliegues vocales e incluye la cara superior de estos pliegues.

Cáncer de laringe

La incidencia del cáncer de laringe es alta en las personas que fuman cigarrillos o mascan tabaco. La mayoría de los pacientes acude con voz ronca persistente, habitualmente asociada a *otalgia* (dolor de oídos) y disfagia. El aumento de tamaño de los nódulos linfáticos pretraqueales o paratraqueales puede indicar la presencia de un cáncer de laringe. En casos graves de cáncer de laringe se puede realizar una *laringectomía* (resección de la laringe). Se puede conseguir la rehabilitación vocal con la utilización de una electrolaringe o de una prótesis traqueoesofágica, o mediante habla esofágica (regurgitación de aire ingerido).

Cambios de la laringe con la edad

La laringe crece de forma constante hasta aproximadamente los 3 años de edad, y a partir de entonces se produce muy poco crecimiento hasta aproximadamente los 12 años. Antes de la pubertad no hay diferencias laríngeas importantes en función del sexo. Debido a la presencia de testosterona en los varones en la pubertad, las paredes de la laringe se fortalecen y la cavidad laríngea se agranda. En la mayoría de las chicas sólo se produce un mínimo aumento en el tamaño de la laringe. En los chicos, todos los cartílagos de la laringe se agrandan y la prominencia laríngea llega a ser evidente en la mayoría de los ellos. El diámetro anteroposterior de la hendidura glótica de los varones casi dobla sus dimensiones prepuberales, con los pliegues vocales alargándose y engrosándose de forma proporcional y bruscamente. Este crecimiento se traduce en los cambios en la voz que ocurren en los varones: el tono normalmente baja una octava.

El tono de voz de los *eunucos*, varones cuyos testículos no se han desarrollado (varones sin gónadas) o que han sido resecados quirúrgicamente, no llega a hacerse más bajo si no se administran hormonas masculinas. Los cartílagos tiroides, cricoides y la mayor parte de los aritenoides normalmente se osifican a edades avanzadas, comenzando aproximadamente a los 25 años de edad en el caso del cartílago tiroides. A los 65 años de edad, con frecuencia los cartílagos son visibles en las radiografías.

Cuerpos extraños en la laringofaringe

Cuando los alimentos pasan a través de la laringofaringe durante la deglución, parte de ellos entra en los recesos piriformes. Los cuerpos extraños (p. ej., un hueso de pollo o una espina de pescado) que penetran en la faringe pueden quedar alojados en este receso. Si el objeto es puntiagudo, puede perforar la mucosa y lesionar el ramo interno del nervio laríngeo superior.

El nervio laríngeo superior y su ramo interno también son vulnerables a las lesiones durante la retirada de un objeto si el instrumento empleado para retirar el cuerpo extraño perfora accidentalmente la mucosa. Esto puede provocar una anestesia de la mucosa laríngea en sentido inferior hasta el nivel de los pliegues vocales. Los niños pequeños suelen tragarse objetos, la mayoría de los cuales alcanzan el estómago y pasan a través del tubo digestivo sin dificultad. En algunos casos, el cuerpo extraño se detiene en el extremo inferior de la laringofaringe, su porción más estrecha. Una imagen radiológica y/o una TC revelarán la presencia de un cuerpo extraño radiopaco. Generalmente, los cuerpos extraños en la faringe se retiran bajo visión directa a través de un faringoscopio.

Trayecto fistuloso desde el receso piriforme

Aunque es infrecuente, puede existir un trayecto fistuloso desde el receso (fosa) piriforme hasta la glándula tiroides y convertirse en una posible localización de la recurrencia de una tiroiditis (inflamación de la glándula tiroides). Este trayecto fistuloso aparentemente se desarrolla a partir de un resto del conducto tirogloso que se adhiere a la laringofaringe en desarrollo. La resección de este trayecto fistuloso implica básicamente una tiroidectomía parcial, dado que el receso piriforme se localiza profundo al polo superior de la glándula (Scher y Richtsmeier, 1994).

Amigdalectomía

La *amigdalectomía* (tonsilectomía o extirpación de las amígdalas) se lleva a cabo disecando la tonsila (amígdala) palatina de la fosa tonsilar, o mediante un amigdalótomo.

Cada procedimiento implica la extirpación de la tonsila y de la fascia que recubre la fosa tonsilar (fig. C8-14). Debido al rico aporte vascular de la tonsila, normalmente se produce un sangrado desde la gran *vena palatina externa* (fig. 8-44B) o, con menor frecuencia, desde la arteria tonsilar o desde otras anastomosis arteriales. El nervio glosofaríngeo (NC IX) acompaña a la arteria tonsilar en la pared lateral de la faringe. Dada la delgadez de esta pared, el nervio puede lesionarse. La arteria carótida interna es especialmente vulnerable cuando es tortuosa y se encuentra directamente lateral a la tonsila.

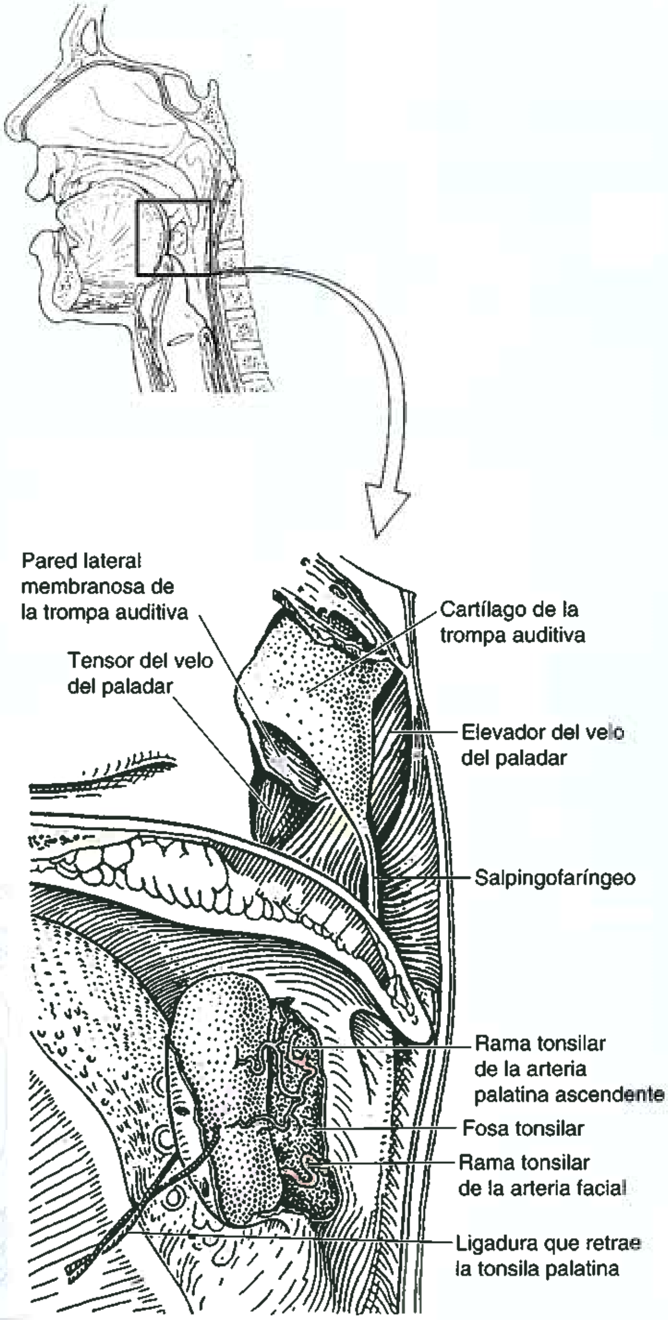

Pared lateral membranosa de la trompa auditiva
Cartílago de la trompa auditiva
Tensor del velo del paladar
Elevador del velo del paladar
Salpingofaríngeo
Rama tonsilar de la arteria palatina ascendente
Fosa tonsilar
Rama tonsilar de la arteria facial
Ligadura que retrae la tonsila palatina

FIGURA C8-14. Amigdalectomía.

Adenoiditis

La inflamación de las tonsilas faríngeas (adenoides) se denomina *adenoiditis.* Este trastorno puede obstruir el paso del aire a través de las cavidades nasales desde las coanas a la nasofaringe, y obligar a usar la respiración bucal. La infección de las tonsilas faríngeas hipertrofiadas puede propagarse también hacia las tonsilas tubáricas y provocar la hinchazón y el cierre de las trompas auditivas. La obstrucción nasal y el bloqueo de las trompas auditivas pueden causar hipoacusia. La extensión de la infección desde la nasofaringe hacia el oído medio provoca *otitis media,* la cual puede producir una pérdida temporal o permanente de la audición. En ocasiones se extirpan las tonsilas palatina y faríngea en la misma intervención (amigdalectomía [tonsilectomía] y adenoidectomía; A y A).

Fístula branquial

La fístula branquial es un conducto anormal que se abre internamente dentro de la fosa tonsilar y externamente a un lado del cuello (fig. C8-15A). De esta fístula puede gotear saliva y se puede infectar. Este conducto cervical infrecuente se produce como consecuencia de la persistencia de restos de la 2.ª bolsa faríngea y del 2.º surco faríngeo (Moore y Persaud, 2008). La fístula asciende desde su abertura cervical, normalmente a lo largo del borde anterior del ECM en el tercio inferior del cuello, a través del tejido subcutáneo, el platisma y la fascia del cuello para introducirse en la vaina carotídea. Luego pasa entre las arterias carótidas interna y externa en su camino hacia su abertura en la fosa tonsilar. Su trayectoria puede objetivarse en una radiografía (fig. C8-15B).

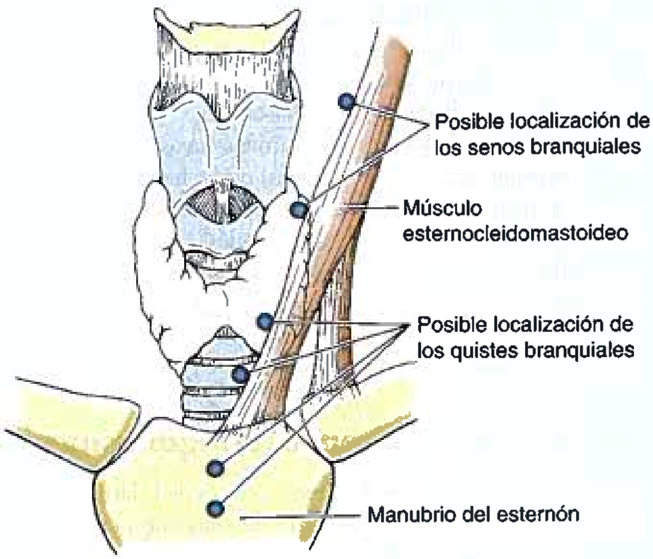

Posible localización de los senos branquiales
Músculo esternocleidomastoideo
Posible localización de los quistes branquiales
Manubrio del esternón

FIGURA C8-16. Senos branquiales.

Senos y quistes branquiales

Cuando el seno cervical embrionario no desaparece, puede mantener su conexión con la superficie lateral del cuello a través del *seno branquial,* un estrecho conducto. La abertura del seno puede encontrarse en cualquier lugar a lo largo del borde anterior del ECM (fig. C8-16). Si el vestigio del seno cervical no conecta con la superficie puede formar un quiste branquial (quiste cervical lateral), normalmente localizado justo inferior al ángulo de la mandíbula. Aunque estos quistes pueden

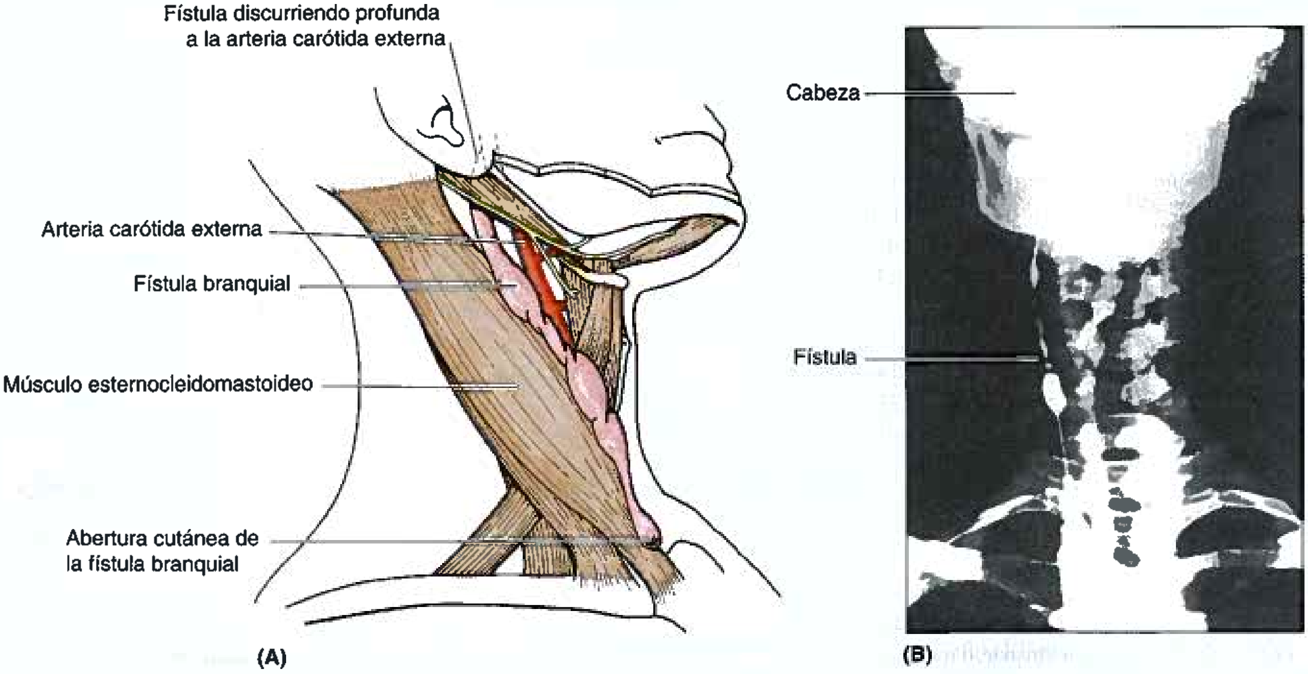

Fístula discurriendo profunda a la arteria carótida externa
Arteria carótida externa
Fístula branquial
Músculo esternocleidomastoideo
Abertura cutánea de la fístula branquial
(A)
Cabeza
Fístula
(B)

FIGURA C8-15. Fístula branquial.

estar presentes en lactantes y niños, es posible que no crezcan ni se hagan visibles hasta la edad adulta temprana. Normalmente se extirpan los senos y quistes. El quiste pasa cerca de los nervios hipogloso, glosofaríngeo y accesorio. Por tanto, se debe tener cuidado de no dañar estos nervios durante la resección del quiste.

Lesiones del esófago

Las lesiones del esófago son las formas de traumatismo penetrante del cuello menos habituales, pero la mayoría derivan de complicaciones tras una intervención quirúrgica u otro tratamiento. La mayoría de las lesiones esofágicas se produce simultáneamente a una lesión de la vía aérea, dado que la vía aérea se localiza anterior al esófago y le proporciona algo de protección. Las lesiones esofágicas normalmente están ocultas (escondidas), lo que las hace difíciles de detectar, especialmente cuando son aisladas. Una perforación esofágica no identificada causa la muerte en casi todos los pacientes no tratados con cirugía y en aproximadamente el 50 % de los que son intervenidos (Sinkinson, 1991).

Fístula traqueoesofágica

La anomalía congénita más frecuente del esófago es la *fístula traqueoesofágica*. Normalmente se combina con alguna forma de atresia esofágica. En el tipo más habitual de fístula traqueoesofágica (aproximadamente el 90 % de los casos), la porción superior del esófago termina en una bolsa ciega y la porción inferior se comunica con la tráquea (fig. C8-17A). En estos casos la bolsa se llena de moco, que el lactante aspira. En algunos casos, el esófago superior se comunica con la tráquea y el esófago inferior se une al estómago (fig. C8-17B), pero a veces no, dando lugar a una fístula traqueoesofágica con atresia esofágica (fig. C8-17C). Las fístulas traqueoesofágicas son consecuencia de anomalías en la separación del esófago y la tráquea por el septo traqueoesofágico.

Cáncer de esófago

El síntoma inicial más frecuente del cáncer de esófago es la *disfagia* (dificultad para la deglución), que normalmente no se reconoce hasta que su luz se reduce en un 30 % a 50 %. La *esofagoscopia* es una herramienta diagnóstica habitual para la observación de estas neoplasias. En algunos pacientes, una deglución dolorosa sugiere la extensión del tumor a los tejidos periesofágicos. El aumento de tamaño de los nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores también sugiere la presencia de un cáncer de esófago. La compresión de los nervios laríngeos recurrentes por un tumor de esófago produce ronquera.

Zonas de traumatismos penetrantes del cuello

Las guías clínicas para evaluar la gravedad de los traumatismos del cuello lo dividen en tres zonas (fig. C8-18), que proporcionan al médico una comprensión de las estructuras que se encuentran en peligro en caso de heridas penetrantes.

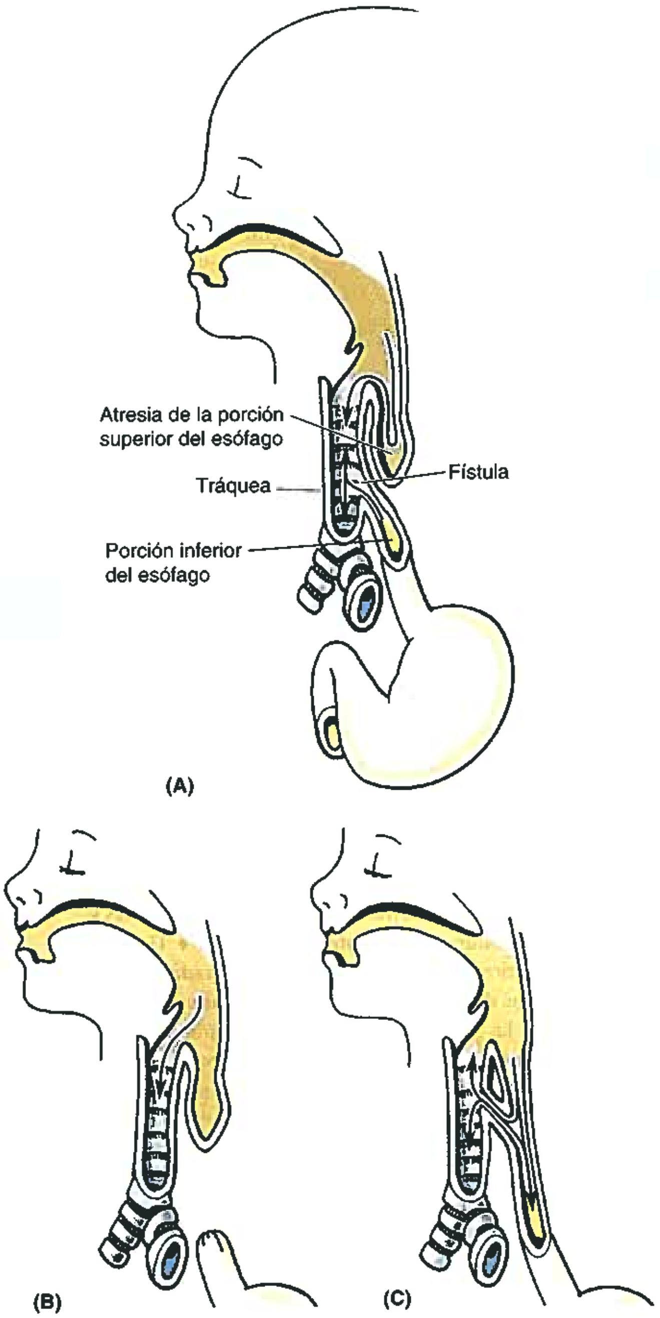

Atresia de la porción superior del esófago
Tráquea
Fístula
Porción inferior del esófago
(A)
(B)
(C)

FIGURA C8-17. **Fístulas traqueoesofágicas.**

- **Zona I.** Incluye la raíz del cuello y se extiende desde las clavículas y el manubrio hasta el nivel del borde inferior del cartílago cricoides. Las estructuras que se encuentran en peligro son las pleuras cervicales, los vértices pulmonares, las glándulas tiroides y paratiroides, la tráquea, el esófago, las arterias carótidas comunes, las venas yugulares y la región cervical de la columna vertebral.
- **Zona II.** Se extiende desde el cartílago cricoides hasta el nivel de los ángulos de la mandíbula. Las estructuras que se encuentran en peligro son los polos superiores de la glándula tiroides, los cartílagos tiroides y cricoides, la laringe, la laringofaringe,

las arterias carótidas, las venas yugulares, el esófago y la región cervical de la columna vertebral.

- **Zona III.** Se encuentra superior a los ángulos de la mandíbula. Las estructuras que están en peligro son las glándulas salivares, las cavidades bucal y nasales, la orofaringe y la nasofaringe.

Las lesiones en las zonas I y III obstruyen la vía aérea y presentan el mayor riesgo de **morbilidad** (complicaciones posquirúrgicas y por otros tratamientos) y **mortalidad** (desenlace letal) debido a que las estructuras afectadas son difíciles de visualizar y reparar, y el daño vascular es difícil de controlar. Las lesiones en la zona II son las más frecuentes; sin embargo, la morbilidad y la mortalidad asociadas a ellas son más bajas porque los médicos pueden controlar la lesión vascular por presión directa, y los cirujanos ven y tratan las estructuras lesionadas más fácilmente que en las otras zonas.

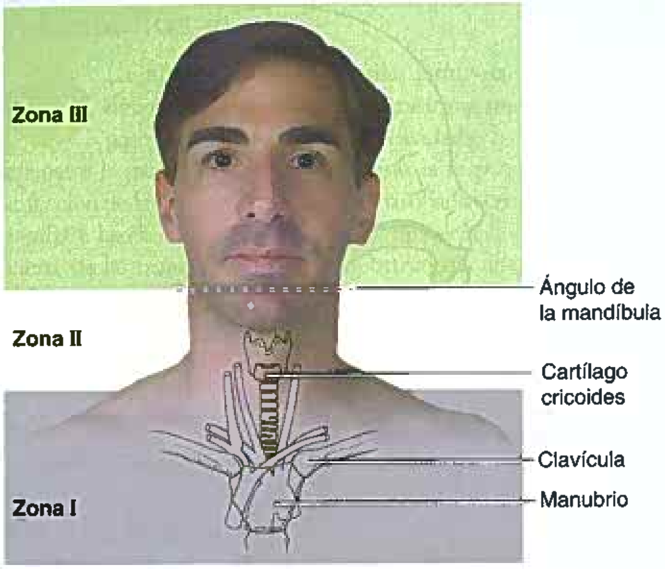


FIGURA C8-18. Zonas de traumatismos penetrantes del cuello.

Puntos fundamentales

VÍSCERAS DEL CUELLO

Capa endocrina de las vísceras cervicales. A pesar de sus diferentes orígenes embrionarios, las glándulas tiroides y paratiroides están íntimamente relacionadas. ◆ Típicamente, la glándula tiroides tiene una forma aproximada de H, con unos lóbulos derecho e izquierdo unidos por un istmo central delgado. ◆ La glándula tiroides rodea las caras anterior y lateral de la tráquea a nivel de los anillos traqueales segundo a cuarto; el istmo se localiza por delante de los anillos segundo y tercero. ◆ Habitualmente hay cuatro glándulas paratiroides (dos superiores y dos inferiores) dentro de la cápsula de la glándula tiroides o en la glándula misma. ◆ La glándula tiroides recibe una irrigación sanguínea abundante, esencial para su función endocrina, procedente de una anastomosis de cuatro vías entre las arterias tiroideas superior e inferior, derechas e izquierdas, de modo que las inferiores normalmente proporcionan ramas para las glándulas paratiroides. ◆ Las venas tiroideas superiores acompañan a las arterias del mismo nombre, drenando el área que aquéllas irrigan. ◆ Las venas tiroideas media e inferior, que discurren en solitario, drenan la porción inferior de la glándula: las venas tiroideas superior y media drenan en la VYI, mientras que la vena tiroidea inferior, habitualmente única, se introduce en la vena braquiocefálica izquierda. ◆ Los nervios vasomotores discurren a lo largo de las arterias, pero las glándulas se regulan hormonalmente y no por fibras nerviosas secretomotoras. ◆ Los vasos linfáticos pasan directamente a los nódulos linfáticos cervicales profundos o a través de nódulos asociados a la laringe y la tráquea.

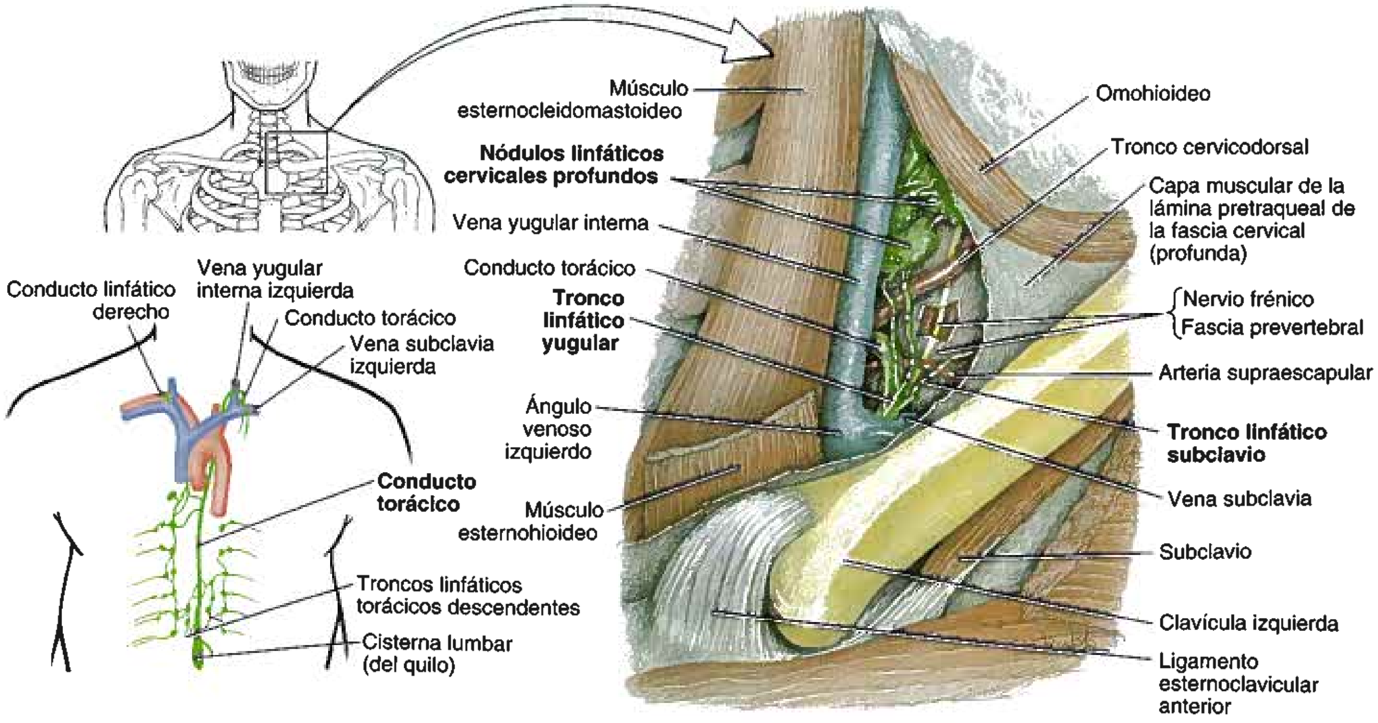
Capa respiratoria de las vísceras cervicales. La laringe es el extremo superior de las vías respiratorias altas, modificado para regular la apertura o cierre de las vías respiratorias bajas. ◆ La laringe también modifica la salida de aire desde el tracto para producir la voz en la vocalización. ◆ Junto con el diafragma, regula la presión intraabdominal a través de la retención del aire y el control de la fuerza y la rapidez con que el aire abandona las vías (p. ej., exhalando frente a tosiendo o estornudando). ◆ La laringe está formada por un esqueleto articulado cartilaginoso unido por ligamentos, membranas y músculos, y revestido por mucosa. ◆ Todos los músculos de la laringe excepto uno (cricoaritenoideo posterior) participan en el cierre de la hendidura glótica. ◆ La apertura activa de la hendidura sólo se requiere durante la inspiración profunda. ◆ Por lo demás, la apertura se da de forma pasiva por la corriente del flujo aéreo, con los demás músculos controlando la cantidad y la naturaleza de la resistencia proporcionada en la hendidura glótica para producir voz y controlar su tono. ◆ Además, para producir intrínsecamente movimientos entre sus componentes, la musculatura extrínseca (los músculos hioideos) puede mover la laringe entera para deglutir o modificar de forma adicional el tono. ◆ El ramo interno del nervio laríngeo superior es el nervio sensitivo de la laringe. ◆ El nervio laríngeo recurrente (a través de su ramo terminal, el nervio laríngeo inferior) es el nervio motor, que irriga todos los músculos de la laringe, excepto uno. ◆ El ramo externo, un ramo más pequeño del nervio laríngeo superior, inerva el músculo cricotiroideo. ◆ La tráquea es el tubo medio de fibrocartílago que se extiende entre el cartílago cricoides a nivel de la vértebra C6 y su bifurcación en los bronquios principales a nivel del disco intervertebral T4-5 (nivel del ángulo del esternón.)

Capa alimentaria de las vísceras cervicales. Aunque generalmente se considera parte del tubo digestivo, la faringe es compartida con el sistema respiratorio. ♦ La nasofaringe superior rígida es exclusivamente respiratoria, y las vías de paso del aire y los alimentos se cruzan en la orofaringe y la laringofaringe. ♦ La faringe contráctil es única dentro del tubo digestivo, ya que está constituida por músculo voluntario, y la capa circular (constrictores de la faringe) está situada externa al músculo longitudinal, el estilofaríngeo, el palatofaríngeo y el salpingofaríngeo. ♦ La pared posterior plana de la faringe limita con el cuello musculoesquelético en el espacio retrofaríngeo y no tiene aberturas; sin embargo, su pared anterior tiene aberturas a la nariz, la boca y la laringe. Estas entradas definen los tres segmentos de la faringe. ♦ El paladar blando actúa como una tapa valvular que regula el acceso a o desde la nasofaringe y orofaringe, mientras que la laringe es una «válvula» que separa finalmente los alimentos y el aire antes de que entren en el esófago y la tráquea, respectivamente. ♦ Las dos aberturas superiores de la faringe, que conectan con el medio exterior, están rodeadas por un anillo de tejido linfoide (tonsilar). ♦ Los huecos en la pared lateral submucosa, entre las inserciones de los músculos constrictores de la faringe, permiten el paso de músculos longitudinales en forma de bandas y de elementos vasculonerviosos. ♦ La inervación de la faringe procede del plexo nervioso faríngeo, de manera que el vago proporciona las fibras motoras y el glosofaríngeo las sensitivas. ♦ A la altura del cartílago cricoides (nivel vertebral C6) hay un cambio relativamente abrupto hacia el patrón de musculatura más típico del tubo digestivo. ♦ La porción cricofaríngea del constrictor inferior de la faringe, la porción más inferior de la capa circular externa, forma el esfínter esofágico superior. ♦ El esófago comienza inmediatamente inferior, cuando la capa muscular externa se convierte en longitudinal. ♦ Además, aproximadamente en este punto, la inervación sensitiva y motora se transfiere a los nervios laríngeos recurrentes. ♦ El esófago cervical se compone de músculo voluntario.

LINFÁTICOS DEL CUELLO

La mayoría de los tejidos superficiales del cuello son drenados por vasos linfáticos que, a su vez, drenan en los **nódulos linfáticos cervicales superficiales,** localizados a lo largo del recorrido de la VYE. La linfa de estos nódulos, al igual que la linfa de toda la cabeza y el cuello, drena en los **nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores** (figs. 8-48 y 8-51). El grupo específico de nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores implicado aquí desciende a través de la región cervical lateral junto con el nervio accesorio.

La mayor parte de la linfa de estos seis a ocho nódulos drena luego en los *nódulos linfáticos supraclaviculares,* que acompañan a la arteria cervical transversa. El grupo principal de nódulos cervi-


Músculo esternocleidomastoideo
Nódulos linfáticos cervicales profundos
Vena yugular interna
Conducto torácico
Tronco linfático yugular
Ángulo venoso izquierdo
Músculo esternohioideo
Omohioideo
Tronco cervicodorsal
Capa muscular de la lámina pretraqueal de la fascia cervical (profunda)
Nervio frénico
Fascia prevertebral
Arteria supraescapular
Tronco linfático subclavio
Vena subclavia
Subclavio
Clavícula izquierda
Ligamento esternoclavicular anterior
Conducto linfático derecho
Vena yugular interna izquierda
Conducto torácico
Vena subclavia izquierda
Conducto torácico
Troncos linfáticos torácicos descendentes
Cisterna lumbar (del quilo)

(A) Vista anterior **(B) Vista anterior**

FIGURA 8-51. Vasos linfáticos de la raíz del cuello. A. Visión general que muestra el trayecto del conducto torácico y el lugar de terminación de los conductos torácico y linfático derecho. **B.** Disección del lado izquierdo que muestra los nódulos linfáticos cervicales profundos y la terminación del conducto torácico en la unión de las venas subclavia y yugular interna (ángulo venoso izquierdo). El tronco cervicodorsal se denomina a menudo arteria cervical transversa.

cales profundos forma una cadena a lo largo de la VYI, mayoritariamente cubiertos por el ECM. Otros nódulos cervicales profundos incluyen los nódulos prelaríngeos, pretraqueales, paratraqueales y retrofaríngeos. Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos cervicales profundos se unen para formar los **troncos linfáticos yugulares,** que normalmente se unen al conducto torácico en el lado izquierdo, mientras que en el lado derecho entran en la unión de las venas yugular interna y subclavia (ángulo venoso derecho) directamente o a través de un corto conducto linfático derecho.

El **conducto torácico** pasa superiormente atravesando la abertura superior del tórax a lo largo del borde izquierdo del esófago. Se arquea lateralmente en la raíz del cuello, posterior a la vaina carotídea y anterior al tronco simpático y a las arterias vertebral y subclavia (fig. 8-51B). El conducto torácico drena en la vena braquiocefálica izquierda en la unión de la vena subclavia y las VYI (**ángulo venoso izquierdo**). Cuando los troncos linfáticos yugular derecho, subclavio y broncomediastínico se unen para formar el *conducto linfático derecho,* éste entra en el ángulo venoso derecho, como hace el conducto torácico en el lado izquierdo (fig. 8-51A). Sin embargo, a menudo estos troncos linfáticos desembocan en el sistema venoso de forma independiente, en la región del ángulo venoso derecho.

LINFÁTICOS DEL CUELLO

Disecciones radicales de cuello

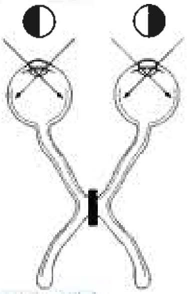
Las disecciones radicales de cuello se realizan cuando un cáncer invade los linfáticos del cuello. Durante este procedimiento, los nódulos linfáticos cervicales profundos y los tejidos circundantes se extirpan lo más radicalmente posible. Se preservan las arterias principales, el plexo braquial, el NC X y el nervio frénico; no obstante, se extirpa la mayoría de los ramos cutáneos del plexo cervical. La finalidad de la disección es extirpar, en bloque, todo el tejido que contenga nódulos linfáticos. Los nódulos linfáticos cervicales profundos, en especial los que se encuentran a lo largo de la arteria cervical transversa (tronco cervicodorsal), pueden estar implicados en la diseminación del cáncer desde el tórax y el abdomen. Dado que su aumento de tamaño puede ser el primer aviso de la presencia de cáncer en estas regiones, a menudo se denominan *nódulos linfáticos cervicales centinelas* (ganglios centinelas).

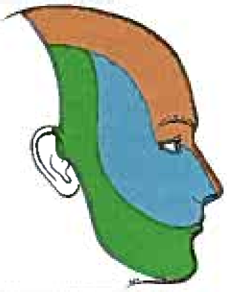
Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen UMSLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

CAPÍTULO 9

Resumen de los nervios craneales

VISIÓN GENERAL / 1054
NERVIO OLFATORIO (NC I) / 1054
■ TABLA 9-1. Nervios craneales: inserción en el sistema nervioso central, funciones generales y distribución / 1057
■ TABLA 9-2. Resumen de los nervios craneales / 1058
■ TABLA 9-3. Ganglios parasimpáticos craneales: localización, raíces parasimpáticas y simpáticas, y distribución principal / 1060
NERVIO ÓPTICO (NC II) / 1061
NERVIO OCULOMOTOR (NC III) / 1062
NERVIO TROCLEAR (NC IV) / 1064
NERVIO TRIGÉMINO (NC V) / 1065
Nervio oftálmico (NC V_1) / 1065
Nervio maxilar (NC V_2) / 1065
Nervio mandibular (NC V_3) / 1065
■ TABLA 9-4. Resumen de las divisiones del nervio trigémino (NC V) / 1067
NERVIO ABDUCENS (NC VI) / 1068
NERVIO FACIAL (NC VII) / 1068
NERVIO VESTIBULOCOCLEAR (NC VIII) / 1071
NERVIO GLOSOFARÍNGEO (NC IX) / 1072
NERVIO VAGO (NC X) / 1073
NERVIO ACCESORIO (NC XI) / 1075
NERVIO HIPOGLOSO (NC XII) / 1075
■ TABLA 9-5. Resumen del nervio vago (NC X) / 1076
■ CUADRO AZUL: **Nervios craneales.** Lesiones de los nervios craneales. **Nervio olfatorio.** Anosmia (pérdida del olfato). Alucinaciones olfatorias. **Nervio óptico.** Enfermedades desmielinizantes y nervio óptico. Neuritis óptica. Trastornos del campo visual. **Nervio oculomotor.** Lesiones del nervio oculomotor. Compresión del nervio oculomotor. Aneurisma de la arteria cerebral posterior o de la arteria cerebelosa superior. **Nervio troclear. Nervio trigémino.** Lesión del nervio trigémino. Anestesia dental. **Nervio abducens. Nervio facial. Nervio vestibulococlear.** Lesiones del nervio vestibulococlear. Sordera. Neurinoma del acústico. Traumatismos y vértigo. **Nervio glosofaríngeo.** Lesiones del nervio glosofaríngeo. Neuralgia del glosofaríngeo. **Nervio vago. Nervio accesorio. Nervio hipogloso** / 1078
■ TABLA 9-6. Resumen de las lesiones de los nervios craneales / 1079





Los aspectos regionales de los nervios craneales, en especial los de la cabeza y el cuello, se han descrito en los capítulos previos. Este capítulo ofrece un resumen de los nervios craneales y del sistema nervioso autónomo, principalmente mediante figuras y tablas. En las figuras 9-1 a 9-3 y las tablas 9-1 y 9-2 se resumen nervios craneales específicos. La figura 9-4 y la tabla 9-3 resumen los ganglios parasimpáticos craneales, su localización, las raíces simpáticas y parasimpáticas, y su principal distribución.

VISIÓN GENERAL

Los **nervios craneales,** al igual que los nervios espinales, son haces de fibras sensitivas o motoras que inervan músculos o glándulas, conducen impulsos desde receptores sensoriales o poseen una combinación de fibras motoras y sensitivas. Se denominan nervios craneales debido a que emergen por agujeros o fisuras del cráneo y están cubiertos por vainas tubulares derivadas de las meninges craneales. Hay 12 pares de nervios craneales, que se numeran del I al XII, de rostral a caudal (figs. 9-1 a 9-3). Sus nombres reflejan su distribución o función generales.

Los nervios craneales conducen uno o más de los siguientes cinco componentes funcionales principales:

- Fibras motoras (eferentes).
  (1) *Fibras motoras que inervan músculos voluntarios* (estriados). Aquí se incluyen los axones motores somáticos (eferentes somáticos generales). Segun el origen embrionario/filogenético de determinados músculos de la cabeza y el cuello[1], algunas fibras motoras que discurren por nervios craneales hasta músculos estriados se han clasificado tradicionalmente como «viscerales especiales». Cuando corresponde, a estas fibras se las denomina motoras somáticas (branquiales), haciendo referencia al tejido muscular derivado de los arcos faríngeos del embrión (p. ej., los músculos masticadores).
  (2) *Fibras motoras implicadas en la inervación de músculos involuntarios* (lisos) o *glándulas.* Incluyen axones motores viscerales (eferentes viscerales generales) que constituyen la eferencia craneal de la división parasimpática del sistema nervioso autónomo (SNA). Las fibras presinápticas (preganglionares) que emergen del encéfalo hacen sinapsis fuera del sistema nervioso central (SNC) en un ganglio parasimpático. Las fibras postsinápticas (posganglionares) se continúan para inervar músculos lisos y glándulas (p. ej., el esfínter de la pupila y la glándula lacrimal).
- Fibras sensitivas (aferentes).
  (3) *Fibras que transmiten sensibilidad general* (p. ej., tacto, presión, calor, frío, etc.) *desde la piel y las mucosas.* Incluyen fibras sensitivas somáticas (aferentes somáticas generales) transportadas principalmente por el NC V, pero también por los NC VII, IX y X.
  (4) *Fibras que conducen sensibilidad desde las vísceras.* Incluyen fibras sensitivas viscerales (aferentes viscerales generales) que conducen información desde el *glomus* (cuerpo) y seno carotídeos, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios, los pulmones, el corazón y el tracto gastrointestinal.
  (5) *Fibras que transmiten sensaciones especiales.* Incluyen fibras sensitivas especiales que conducen los sentidos del gusto y el olfato (fibras aferentes viscerales especiales), y aquellas que sirven a los sentidos especiales de la visión, la audición y el equilibrio (fibras aferentes somáticas especiales).

Los nervios craneales somáticos son sensitivos puros, otros se consideran motores puros y otros son mixtos. Los NC III, IV, VI, XI, XII y la raíz motora del NC V se consideran nervios motores puros que han evolucionado a partir de raíces anteriores primordiales. Sin embargo, en esos nervios también se encuentran pequeñas cantidades de fibras sensitivas para la propiocepción (percepción no visual del movimiento y la posición), cuyos cuerpos celulares probablemente se sitúen en el núcleo mesencefálico del NC V. La raíz sensitiva del NC V es exclusivamente un nervio sensitivo somático (general). Cuatro nervios craneales (III, VII, IX y X) contienen axones parasimpáticos presinápticos (motores viscerales) al salir del tronco del encéfalo. Los NC V, VII, IX y X son nervios mixtos, que poseen componentes motores somáticos (branquiales) y sensitivos somáticos (generales); cada uno de ellos inerva estructuras derivadas de arcos faríngeos diferentes.

Las fibras de los nervios craneales se conectan centralmente a los **núcleos de los nervios craneales,** grupos de neuronas donde terminan las fibras sensitivas o aferentes y en los cuales se originan las fibras motoras o eferentes (fig. 9-5, v. p. 1061). Excepto los del NC I y el NC II, que son extensiones del prosencéfalo, los núcleos de los nervios craneales se localizan en el tronco del encéfalo. Los núcleos de componentes funcionales similares (p. ej., motor somático o visceral, o sensitivo somático o visceral) generalmente se alinean en columnas funcionales en el tronco del encéfalo.

NERVIO OLFATORIO (NC I)

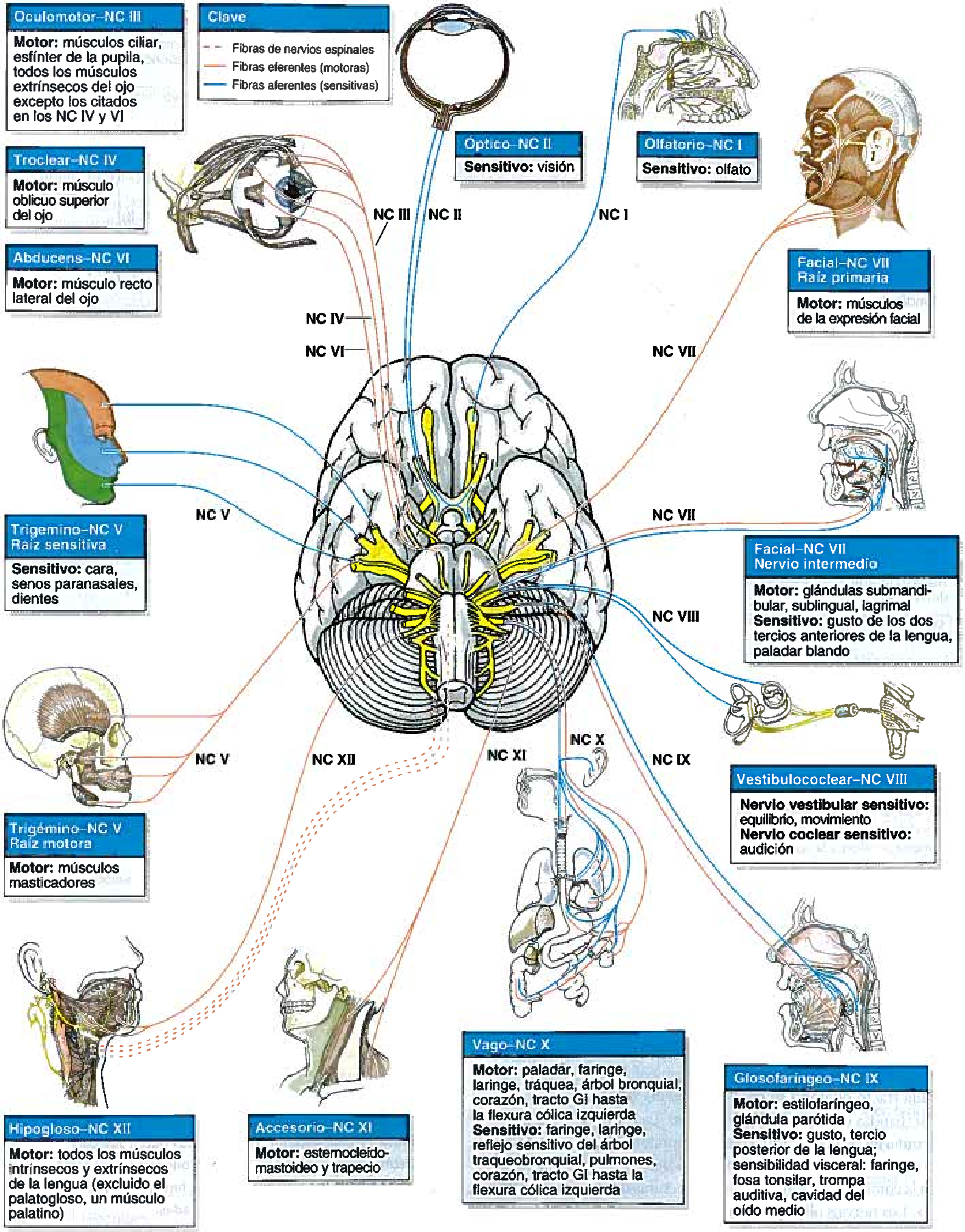
Función. Sensitivo especial (aferente visceral especial); es decir, el sentido especial del olfato. «La *olfacción* es la sensación de olores que se produce por la detección de sustancias odoríferas aerosolizadas en el entorno» (Sweazey, 2005).

Los cuerpos celulares de las neuronas receptoras olfatorias se localizan en el **órgano olfatorio** (la parte olfatoria de la mucosa nasal o área olfatoria), en el techo de la cavidad nasal y a lo largo del tabique nasal y la pared medial de la concha (cornete) nasal superior (fig. 9-6, v. p. 1062). Las **neuronas receptoras olfatorias** son a la vez receptores y conductores. Las caras apicales de las neuronas presentan unos delgados **cilios olfatorios,** bañados por una película de moco acuoso segregado por las **glándulas olfatorias** del epitelio. Los cilios son estimulados por moléculas de gases odoríferos que se disuelven en el líquido.

Las caras basales de las neuronas receptoras olfatorias bipolares de la cavidad nasal de un lado presentan prolongaciones centrales que se agrupan en haces para formar aproximadamente 20 **filetes olfatorios,** que forman el **nervio olfatorio (NC I)** derecho

---

[1] Históricamente, el esternocleidomastoideo y el trapecio se han clasificado como músculos branquiales; es posible que el lector los encuentre clasificados de ese modo en otros textos.


Clave
- - Fibras de nervios espinales
— Fibras eferentes (motoras)
— Fibras aferentes (sensitivas)
NC III
NC II
NC I
NC IV
NC VI
NC VII
NC V
NC VII
NC VIII
NC V
NC XII
NC XI
NC X
NC IX

Oculomotor–NC III
Motor: músculos ciliar, esfínter de la pupila, todos los músculos extrínsecos del ojo excepto los citados en los NC IV y VI

Troclear–NC IV
Motor: músculo oblicuo superior del ojo

Abducens–NC VI
Motor: músculo recto lateral del ojo

Óptico–NC II
Sensitivo: visión

Olfatorio–NC I
Sensitivo: olfato

Facial–NC VII
Raíz primaria
Motor: músculos de la expresión facial

Trigémino–NC V
Raíz sensitiva
Sensitivo: cara, senos paranasales, dientes

Facial–NC VII
Nervio intermedio
Motor: glándulas submandibular, sublingual, lagrimal
Sensitivo: gusto de los dos tercios anteriores de la lengua, paladar blando

Trigémino–NC V
Raíz motora
Motor: músculos masticadores

Vestibulococlear–NC VIII
Nervio vestibular sensitivo: equilibrio, movimiento
Nervio coclear sensitivo: audición

Hipogloso–NC XII
Motor: todos los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua (excluido el palatogloso, un músculo palatino)

Accesorio–NC XI
Motor: esternocleidomastoideo y trapecio

Vago–NC X
Motor: paladar, faringe, laringe, tráquea, árbol bronquial, corazón, tracto GI hasta la flexura cólica izquierda
Sensitivo: faringe, laringe, reflejo sensitivo del árbol traqueobronquial, pulmones, corazón, tracto GI hasta la flexura cólica izquierda

Glosofaríngeo–NC IX
Motor: estilofaríngeo, glándula parótida
Sensitivo: gusto, tercio posterior de la lengua; sensibilidad visceral: faringe, fosa tonsilar, trompa auditiva, cavidad del oído medio

FIGURA 9-1. Resumen de los nervios craneales.

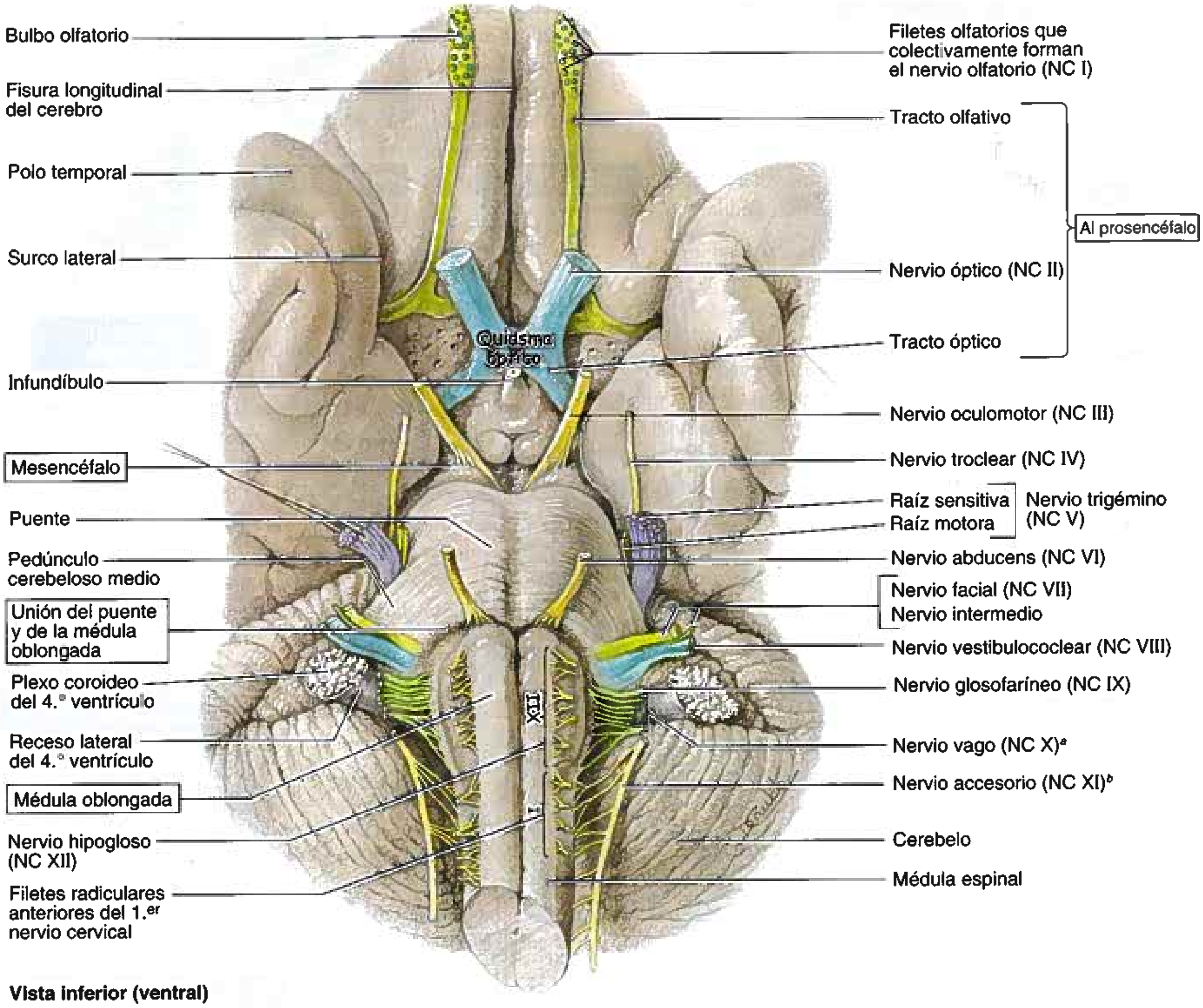

Bulbo olfatorio
Fisura longitudinal del cerebro
Polo temporal
Surco lateral
Infundíbulo
Mesencéfalo
Puente
Pedúnculo cerebeloso medio
Unión del puente y de la médula oblongada
Plexo coroideo del 4.° ventrículo
Receso lateral del 4.° ventrículo
Médula oblongada
Nervio hipogloso (NC XII)
Filetes radiculares anteriores del 1.er nervio cervical
Vista inferior (ventral)
Quiasma óptico
XII
I
Filetes olfatorios que colectivamente forman el nervio olfatorio (NC I)
Tracto olfativo
Al prosencéfalo
Nervio óptico (NC II)
Tracto óptico
Nervio oculomotor (NC III)
Nervio troclear (NC IV)
Raíz sensitiva
Raíz motora
Nervio trigémino (NC V)
Nervio abducens (NC VI)
Nervio facial (NC VII)
Nervio intermedio
Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Nervio glosofaríneo (NC IX)
Nervio vago (NC X)[a]
Nervio accesorio (NC XI)[b]
Cerebelo
Médula espinal

FIGURA 9-2. **Orígenes aparentes de los nervios craneales en el tronco del encéfalo y la médula espinal** (excepto el NC IV, que emerge en la cara posterior del mesencéfalo). [a]La «raíz craneal del nervio accesorio» tradicional se considera aquí como parte del nervio vago. [b]El nervio accesorio tal como se muestra aquí únicamente se refiere a la «raíz espinal del nervio accesorio» tradicional.

o izquierdo. Las fibras pasan a través de los diminutos orificios de la **lámina cribosa** del hueso etmoides, recubiertas de fundas de duramadre y aracnoides, y entran en el bulbo olfatorio en la fosa craneal anterior (fig. 9-3). El **bulbo olfatorio** se encuentra en contacto con la cara orbitaria o inferior del lóbulo frontal del hemisferio cerebral. En el bulbo olfatorio, las fibras del nervio olfatorio hacen sinapsis con **células mitrales.** Los axones de estas neuronas secundarias forman el **tracto olfatorio.** Los bulbos y tractos olfatorios son extensiones anteriores del prosencéfalo.

Cada tracto olfatorio se divide es **estrías olfatorias** lateral y medial (bandas de fibras individualizadas). La estría olfatoria lateral termina en la corteza piriforme de la porción anterior del lóbulo temporal, mientras que la estría olfatoria medial se proyecta a través de la comisura anterior hasta las estructuras olfatorias contralaterales. Los nervios olfatorios son los únicos nervios craneales que entran directamente en el cerebro.

Puntos fundamentales

NERVIO OLFATORIO

♦ Los nervios olfatorios (NC I) poseen fibras sensitivas relacionadas con el sentido especial del olfato. ♦ Las neuronas receptoras olfatorias se encuentran en el epitelio olfatorio (mucosa olfatoria) del techo de la cavidad nasal. ♦ Las prolongaciones centrales de las neuronas receptoras olfatorias ascienden a través de los orificios de la lámina cribosa del etmoides hasta alcanzar los bulbos olfatorios en la fosa craneal anterior. Estos nervios hacen sinapsis con neuronas de los bulbos, y las prolongaciones de estas neuronas siguen los tractos olfatorios hasta las áreas corticales cerebrales primarias y asociadas.

(El texto continúa en p. 1061)

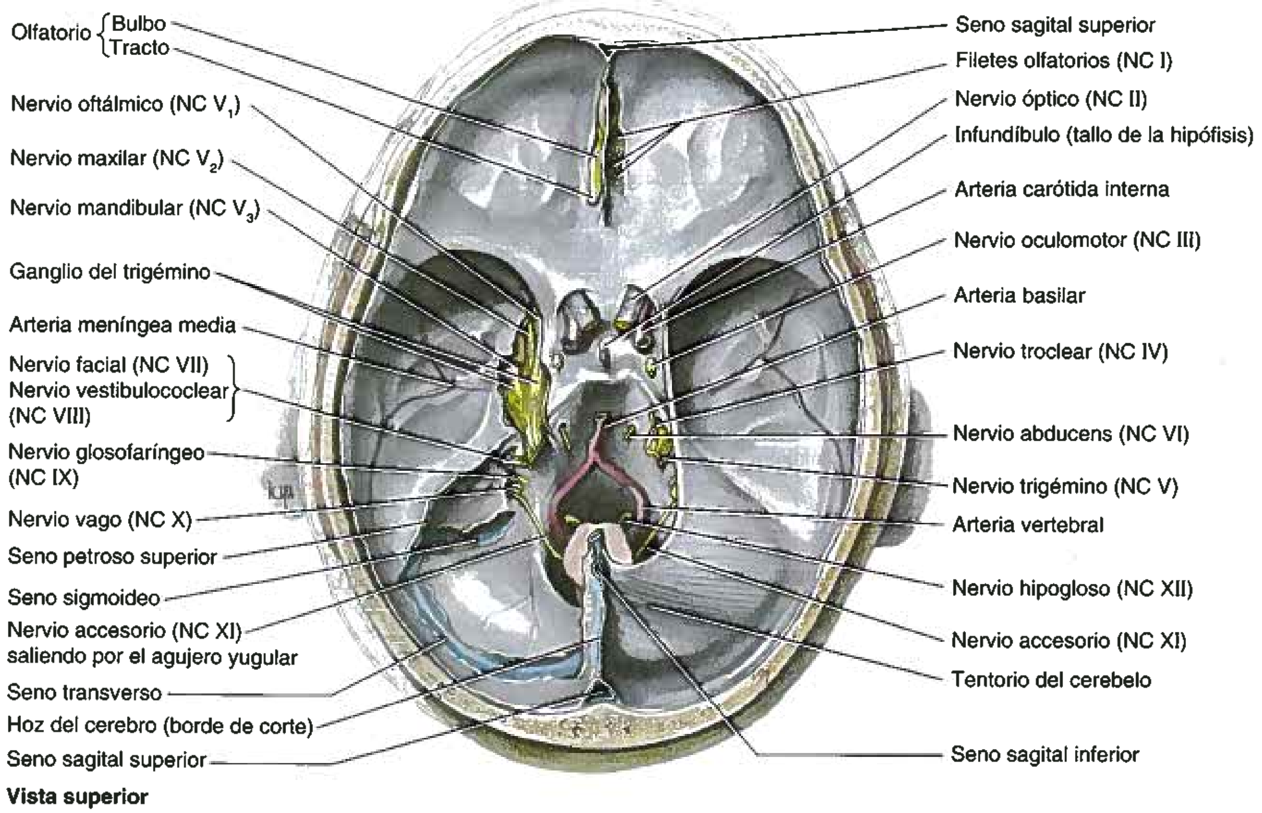

Olfatorio
Bulbo
Tracto
Nervio oftálmico (NC V1)
Nervio maxilar (NC V2)
Nervio mandibular (NC V3)
Ganglio del trigémino
Arteria meníngea media
Nervio facial (NC VII)
Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Nervio vago (NC X)
Seno petroso superior
Seno sigmoideo
Nervio accesorio (NC XI) saliendo por el agujero yugular
Seno transverso
Hoz del cerebro (borde de corte)
Seno sagital superior
Vista superior
Seno sagital superior
Filetes olfatorios (NC I)
Nervio óptico (NC II)
Infundíbulo (tallo de la hipófisis)
Arteria carótida interna
Nervio oculomotor (NC III)
Arteria basilar
Nervio troclear (NC IV)
Nervio abducens (NC VI)
Nervio trigémino (NC V)
Arteria vertebral
Nervio hipogloso (NC XII)
Nervio accesorio (NC XI)
Tentorio del cerebelo
Seno sagital inferior

FIGURA 9-3. **Cara interna de la base del cráneo.** En el lado izquierdo se han seccionado la duramadre y el tentorio del cerebelo para mostrar el ganglio del trigémino y los nervios que salen por el conducto auditivo interno (NC VII y VIII) y el agujero yugular (NC IX, X y XI).

TABLA 9-1. **NERVIOS CRANEALES: INSERCIÓN EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL, FUNCIONES GENERALES Y DISTRIBUCIÓN**

Nervio craneal		Parte del sistema nervioso central por donde el nervio entra o sale		Tipos de funciones generales de las fibras[a]		Distribución general
Número	**Nombre**					
I	Olfatorio	Prosencéfalo	Hemisferios cerebrales (telencéfalo)	Únicamente sensitivo especial		Mucosa olfatoria de la nariz
II	Óptico		Diencéfalo			Retina del ojo
III	Oculomotor	Mesencéfalo		Únicamente motor		Músculos intrínsecos y cuatro extrínsecos del ojo
IV	Troclear	Mesencéfalo				Un músculo extrínseco del ojo (oblicuo superior)
V	Trigémino	Tronco del encéfalo	Puente (mesencéfalo)	Mixto	Raíz motora	Derivados del proceso frontonasal y del primer arco faríngeo
					Raíz sensitiva	
VI	Abducens		Unión entre el puente y la médula oblongada	Únicamente motor		Un músculo extrínseco del ojo
VII	Facial			Mixto	Raíz motora	Derivados del segundo arco faríngeo
					Nervio intermedio	
VIII	Vestibulococlear			Únicamente sensitivo especial		Oído interno
IX	Glosofaríngeo		Médula oblongada (mielencéfalo)	Mixto		Derivados del tercer arco faríngeo
X	Vago					Derivados del cuarto arco faríngeo
XI	Accesorio	Médula espinal superior		Únicamente motor		Capa superficial del cuello
XII	Hipogloso	Tronco del encéfalo	Médula oblongada (mielencéfalo)	Mixto		Músculos de la lengua

[a] Adviértase que los colores de esta columna se corresponden con los de los nervios de la figura 9-2.

TABLA 9-2. RESUMEN DE LOS NERVIOS CRANEALES

Nervio	Componentes	Localización de los cuerpos neuronales	Salida del cráneo	Acción(es) principal(es)
Olfatorio (NC I)	Sensitivo especial	Epitelio olfatorio (células olfatorias)	Orificios en la lámina cribosa del hueso etmoides	Olfato en la mucosa nasal del techo de cada cavidad nasal y lados superiores del tabique nasal y concha (cornete) nasal superior
Óptico (NC II)	Sensitivo especial	Retina (células ganglionares)	Conducto óptico	Visión en la retina
Oculomotor (NC III)	Motor somático	Mesencéfalo	Fisura orbitaria superior	Motor para los músculos recto superior, recto inferior, recto medial, oblicuo inferior y elevador del párpado superior; eleva el párpado superior; rota el globo ocular superior, inferior y medialmente
	Motor visceral	Presinápticos: mesencéfalo Postsinápticos: ganglio ciliar		Inervación parasimpática para los músculos esfínter de la pupila y ciliar; constriñe la pupila y acomoda la lente del ojo
Troclear (NC IV)	Motor somático	Mesencéfalo		Motor para el oblicuo superior que ayuda a la rotación inferolateral del ojo (o inferiormente cuando se aduce)
Trigémino (NC V) Oftálmico (NC V$_1$)	Sensitivo somático (general)	Ganglio del trigémino	Fisura orbitaria superior	Sensibilidad de la córnea, la piel de la frente, el cuero cabelludo, los párpados, la nariz y la mucosa de la cavidad nasal, y los senos paranasales
Maxilar (NC V$_2$)			Agujero redondo	Sensibilidad de la piel de la cara sobre el maxilar, incluidos el labio superior, los dientes maxilares, la mucosa de la nariz, el seno maxilar y el paladar
Mandibular (NC V$_3$)			Agujero oval	Sensibilidad de la piel sobre la mandíbula, incluidos el labio inferior, los dientes mandibulares, la articulación temporomandibular, la mucosa de la boca y los dos tercios anteriores de la lengua
	Motor somático (branquial)	Puente		Motor para los músculos masticadores, milohioideo, vientre anterior del digástrico, tensor del velo del paladar y tensor del tímpano
Abducens (NC VI)	Motor somático	Puente	Fisura orbitaria superior	Motor para el recto lateral que rota el ojo lateralmente
Facial (NC VII)	Motor somático (branquial)	Puente	Conducto auditivo interno; conducto del nervio facial; agujero estilomastoideo	Motor para los músculos de la expresión facial y el cuero cabelludo; también inerva el estapedio en el oído medio, el estilohioideo y el vientre posterior del digástrico
	Sensitivo especial	Ganglio geniculado		Gusto de los dos tercios anteriores de la lengua y el paladar
	Motor visceral	Presinápticos: puente Postsinápticos: ganglio pterigopalatino, ganglio submandibular		Inervación parasimpática para las glándulas salivares submandibular y sublingual, glándula lagrimal y glándulas nasales y palatinas

TABLA 9-2. RESUMEN DE LOS NERVIOS CRANEALES *(Continuación)*

Nervio	Componentes	Localización de los cuerpos neuronales	Salida del cráneo	Acción(es) principal(es)
Vestibulococlear (NC VIII) Vestibular	Sensitivo especial	Ganglio vestibular	Conducto auditivo interno	Sensibilidad vestibular de los conductos semicirculares, utrículo y sáculo, relacionada con la posición y el movimiento de la cabeza
Coclear		Ganglio espiral de la cóclea		Audición en el órgano espiral
Glosofaríngeo (NC IX)	Motor somático (branquial)	Médula oblongada	Agujero yugular	Motor para el estilofaríngeo que ayuda a la deglución
	Motor visceral	Presinápticos: médula oblongada Postsinápticos: ganglio ótico		Inervación parasimpática de la glándula parótida
	Sensitivo visceral	Ganglio superior		Sensibilidad visceral de la glándula parótida, el glomus (cuerpo) y el seno carotídeos, la faringe y el oído medio
	Sensitivo especial	Ganglio inferior		Gusto del tercio posterior de la lengua
	Sensitivo somático (general)			Sensibilidad cutánea del oído externo
Vago (NC X)	Motor somático (branquial)	Médula oblongada		Motor para los músculos constrictores de la faringe (excepto el estilofaríngeo), músculos intrínsecos de la laringe, músculos del paladar (excepto el tensor del velo del paladar) y músculo estriado de los dos tercios superiores del esófago
	Motor visceral	Presinápticos: médula oblongada Postsinápticos: neuronas en, sobre o cerca de las vísceras		Inervación parasimpática para el músculo liso de la tráquea, los bronquios, el tubo digestivo y el músculo cardíaco
	Sensitivo visceral	Ganglio superior		Sensibilidad visceral de la base de la lengua, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios, el corazón, el esófago, el estómago y el intestino hasta la flexura cólica izquierda
	Sensitivo especial	Ganglio inferior		Gusto de la epiglotis y el paladar
	Sensitivo somático (general)	Ganglio superior		Sensibilidad de la oreja, el conducto auditivo externo y la duramadre de la fosa craneal posterior
Accesorio (NC XI)	Motor somático	Médula espinal		Motor para el esternocleidomastoideo y el trapecio
Hipogloso (NC XII)	Motor somático	Médula oblongada	Conducto del nervio hipogloso	Motor para los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua (excepto el palatogloso)

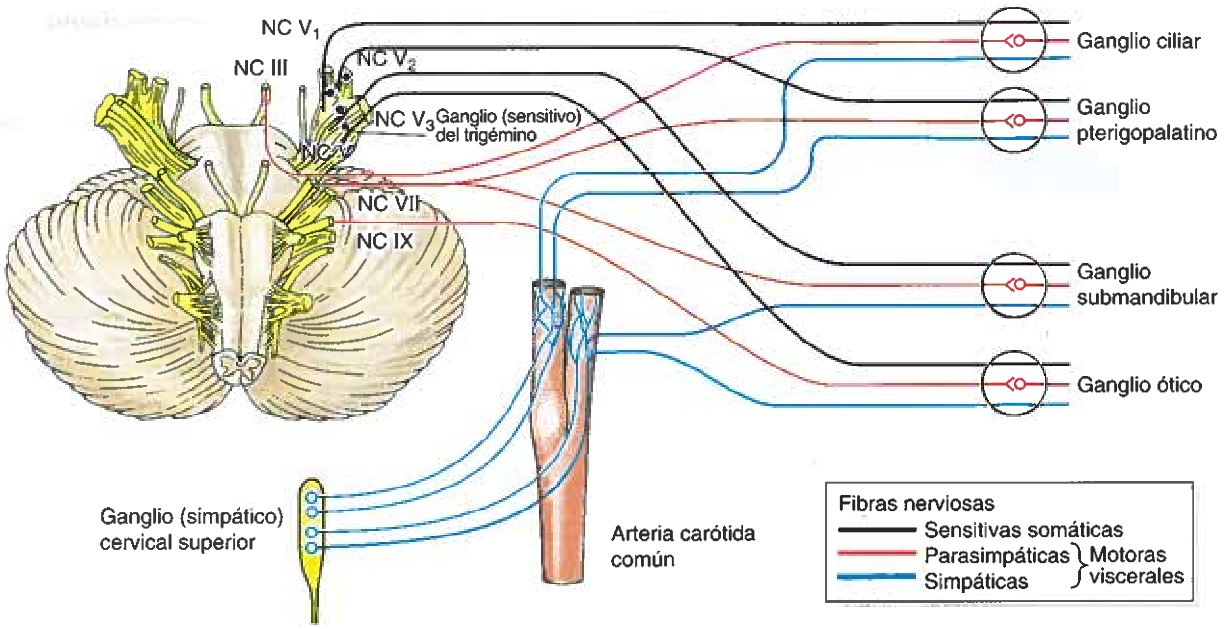


FIGURA 9-4. Resumen de los ganglios parasimpáticos craneales.

TABLA 9-3. GANGLIOS PARASIMPÁTICOS CRANEALES: LOCALIZACIÓN, RAÍCES PARASIMPÁTICAS Y SIMPÁTICAS, Y DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

Ganglio	Localización	Raíz parasimpática	Raíz simpática	Distribución principal
Ciliar	Entre el nervio óptico y el recto lateral, junto al vértice de la órbita	Ramo inferior del nervio oculomotor (NC III)	Ramos del plexo carotídeo interno en el seno cavernoso	Las fibras parasimpáticas postsinápticas del ganglio ciliar pasan hacia los músculos ciliar y esfínter de la pupila; las fibras simpáticas posganglionares del ganglio cervical superior pasan hacia el dilatador de la pupila y los vasos sanguíneos del ojo
Pterigopalatino	En la fosa pterigopalatina, donde está suspendido por los ramos ganglionares del nervio maxilar (raíces sensitivas del ganglio pterigopalatino); justo anterior a la entrada del conducto pterigoideo e inferior al NC V_2	Nervio petroso mayor del nervio facial (NC VII) a través del nervio del conducto pterigoideo	Nervio petroso profundo, un ramo del plexo carotídeo interno que es continuación de fibras postsinápticas del tronco simpático cervical; fibras del ganglio cervical superior pasan a través del ganglio pterigopalatino y entran en ramos del NC V_2	Las fibras parasimpáticas posganglionares (secretomotoras) del ganglio pterigopalatino inervan la glándula lagrimal mediante el ramo cigomático del NC V_2; las fibras simpáticas postsinápticas del ganglio cervical superior acompañan a los ramos del nervio pterigopalatino que se distribuyen a los vasos sanguíneos de la cavidad nasal, el paladar y la porción superior de la faringe
Ótico	Entre el tensor del velo del paladar y el nervio mandibular (NC V_3); se sitúa inferior al agujero oval del hueso esfenoides	Nervio timpánico del nervio glosofaríngeo (NC IX); desde el plexo timpánico, continúa como nervio petroso menor	Fibras del ganglio cervical superior que proceden del plexo de la arteria meníngea media	Las fibras parasimpáticas postsinápticas del ganglio ótico se distribuyen hacia la glándula parótida a través del nervio auriculotemporal (ramo del NC V_3); las fibras simpáticas postsinápticas del ganglio cervical superior pasan hacia la glándula parótida e inervan sus vasos sanguíneos
Submandibular	Suspendido del nervio lingual por dos ramos ganglionares (raíces sensitivas); se sitúa sobre la superficie del músculo hiogloso inferior al conducto submandibular	Las fibras parasimpáticas se unen al nervio facial (NC VII) y se separan de éste en la cuerda del tímpano, que se une con el nervio lingual	Fibras simpáticas del ganglio cervical superior a través del plexo de la arteria facial	Las fibras parasimpáticas postsinápticas (secretomotoras) del ganglio submandibular se distribuyen hacia las glándulas sublingual y submandibular; las fibras simpáticas del ganglio cervical superior inervan las glándulas sublingual y submandibular

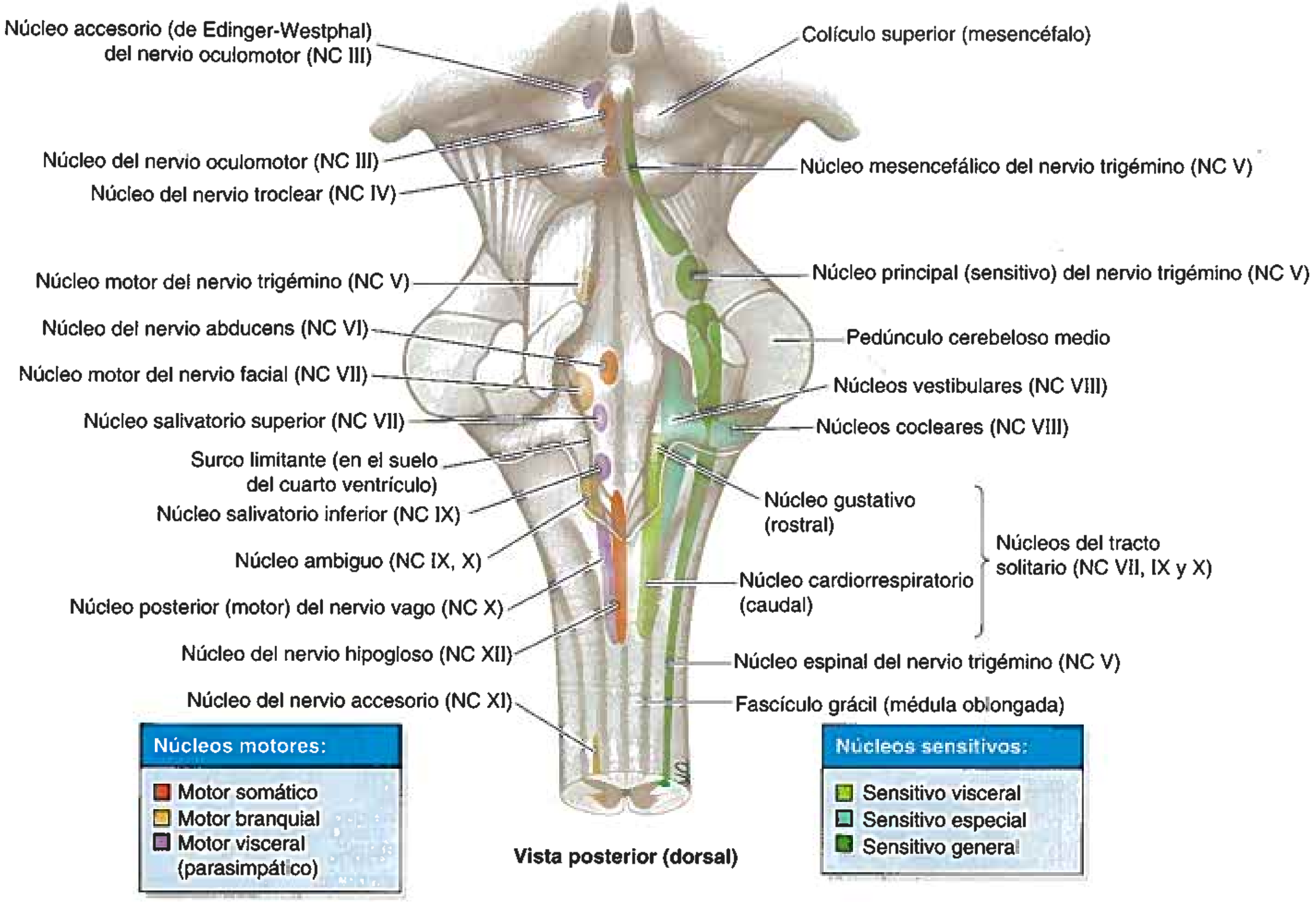

Núcleo accesorio (de Edinger-Westphal) del nervio oculomotor (NC III)
Núcleo del nervio oculomotor (NC III)
Núcleo del nervio troclear (NC IV)
Núcleo motor del nervio trigémino (NC V)
Núcleo del nervio abducens (NC VI)
Núcleo motor del nervio facial (NC VII)
Núcleo salivatorio superior (NC VII)
Surco limitante (en el suelo del cuarto ventrículo)
Núcleo salivatorio inferior (NC IX)
Núcleo ambiguo (NC IX, X)
Núcleo posterior (motor) del nervio vago (NC X)
Núcleo del nervio hipogloso (NC XII)
Núcleo del nervio accesorio (NC XI)
Colículo superior (mesencéfalo)
Núcleo mesencefálico del nervio trigémino (NC V)
Núcleo principal (sensitivo) del nervio trigémino (NC V)
Pedúnculo cerebeloso medio
Núcleos vestibulares (NC VIII)
Núcleos cocleares (NC VIII)
Núcleo gustativo (rostral)
Núcleo cardiorrespiratorio (caudal)
Núcleos del tracto solitario (NC VII, IX y X)
Núcleo espinal del nervio trigémino (NC V)
Fascículo grácil (médula oblongada)
Núcleos motores:
🟥 Motor somático
🟨 Motor branquial
🟪 Motor visceral (parasimpático)
Vista posterior (dorsal)
Núcleos sensitivos:
🟩 Sensitivo visceral
🟦 Sensitivo especial
🟩 Sensitivo general

FIGURA 9-5. Núcleos de los nervios craneales.

NERVIO ÓPTICO (NC II)

Función. Sensitivo especial (aferente somático especial), es decir, el sentido especial de la visión.

Aunque oficialmente son, por convención, nervios craneales, los **nervios ópticos** (NC II) se desarrollan de una forma completamente distinta a la de los demás nervios craneales. Las estructuras que participan en la recepción y transmisión de estímulos ópticos (las fibras ópticas y la retina neural, junto con el epitelio pigmentado del globo ocular) se desarrollan como evaginaciones del diencéfalo. Los nervios ópticos son extensiones anteriores pares del prosencéfalo (diencéfalo) y, por tanto, de hecho son tractos de fibras del SNC formados por axones de **células ganglionares de la retina** (Moore y Persaud, 2008). En otras palabras, son neuronas de tercer orden, cuyos cuerpos celulares están situados en la retina (fig. 9-7).

El NC II está rodeado por extensiones de las meninges craneales y el espacio subaracnoideo, que está relleno de líquido cefalorraquídeo (LCR). Las meninges se extienden por todo el recorrido hasta el globo ocular. La arteria y la vena centrales de la retina atraviesan las capas meníngeas y discurren por la porción anterior del nervio óptico. El NC II empieza en el punto donde los axones amielínicos de las células ganglionares de la retina atraviesan la esclera (la parte opaca de la cobertura fibrosa externa del globo ocular) y se mielinizan, profundos al **disco óptico.**

El nervio pasa posteromedialmente por la órbita y sale a través del **conducto óptico** para entrar en la fosa craneal media, donde forma el **quiasma óptico.** Ahí, las fibras de la mitad nasal (medial) de cada retina se decusan en el quiasma y se unen a fibras no cruzadas de la mitad temporal (lateral) de la otra retina para formar el **tracto óptico.**

El entrecruzamiento parcial de las fibras del nervio óptico en el quiasma es un requisito para la visión binocular, que permite la percepción de la profundidad de campo (visión tridimensional). De este modo, las fibras de las mitades derechas de ambas retinas forman el tracto óptico izquierdo. La decusación de las fibras nerviosas en el quiasma hace que en el tracto óptico derecho se transmitan impulsos del campo visual izquierdo, y viceversa. El **campo visual** es aquello que una persona ve con ambos ojos bien abiertos cuando mira en línea recta hacia delante. La mayoría de las fibras de los tractos ópticos termina en los **cuerpos geniculados laterales** del tálamo. Desde estos núcleos, los axones se relevan hacia las cortezas visuales de los lóbulos occipitales del cerebro.

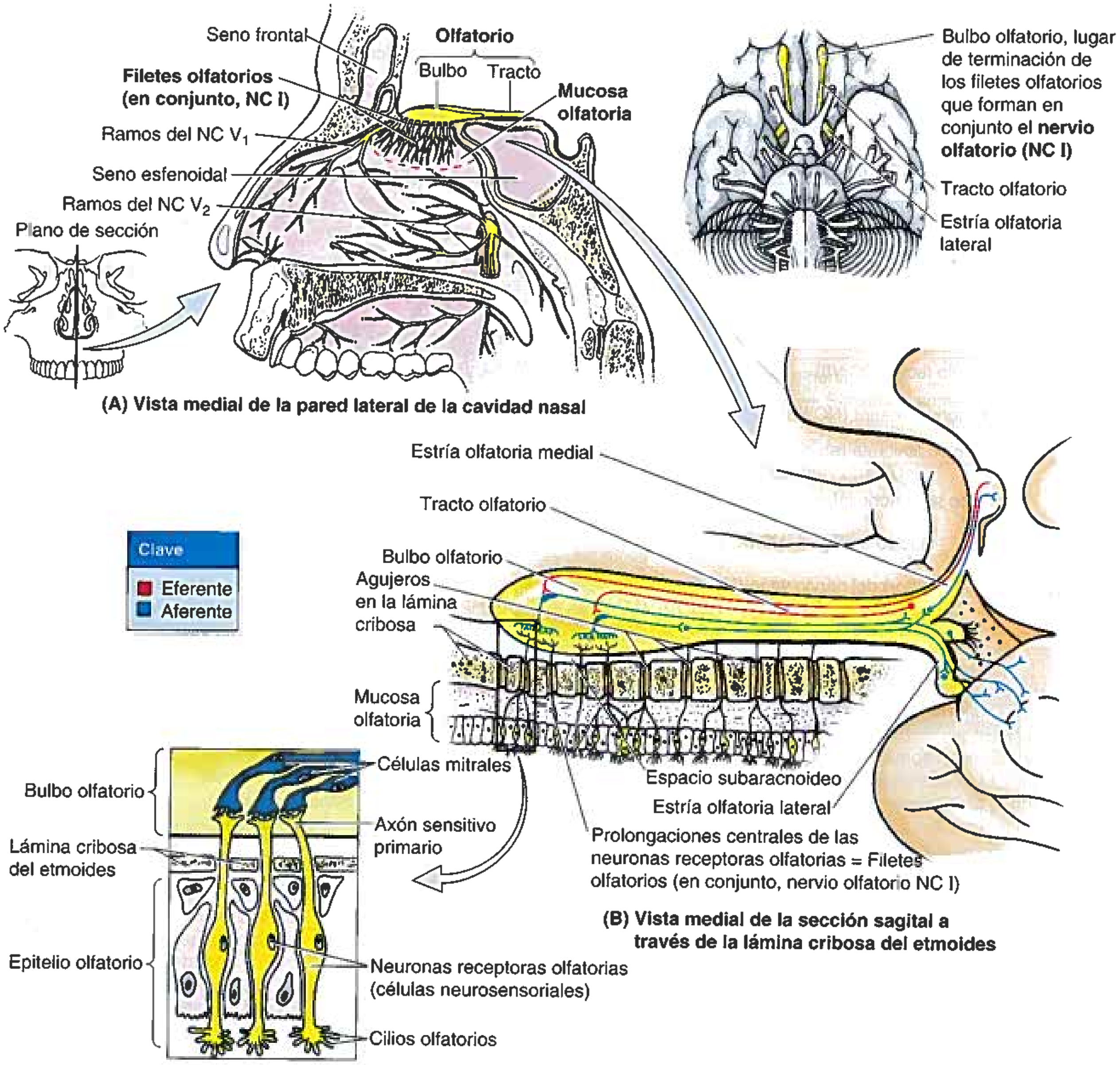

Seno frontal
Filetes olfatorios (en conjunto, NC I)
Ramos del NC V_1
Seno esfenoidal
Ramos del NC V_2
Plano de sección
Olfatorio
Bulbo
Tracto
Mucosa olfatoria
(A) Vista medial de la pared lateral de la cavidad nasal
Bulbo olfatorio, lugar de terminación de los filetes olfatorios que forman en conjunto el nervio olfatorio (NC I)
Tracto olfatorio
Estría olfatoria lateral
Estría olfatoria medial
Tracto olfatorio
Clave
🟥 Eferente
🟦 Aferente
Bulbo olfatorio
Agujeros en la lámina cribosa
Mucosa olfatoria
Células mitrales
Axón sensitivo primario
Espacio subaracnoideo
Estría olfatoria lateral
Prolongaciones centrales de las neuronas receptoras olfatorias = Filetes olfatorios (en conjunto, nervio olfatorio NC I)
(B) Vista medial de la sección sagital a través de la lámina cribosa del etmoides
Bulbo olfatorio
Lámina cribosa del etmoides
Epitelio olfatorio
Neuronas receptoras olfatorias (células neurosensoriales)
Cilios olfatorios

FIGURA 9-6. Sistema olfatorio. A. Sección sagital a través de la cavidad nasal que muestra las relaciones de la mucosa olfatoria con el bulbo olfatorio. **B.** Los cuerpos de las neuronas receptoras olfatorias se encuentran en el epitelio olfatorio. Estos haces de axones se denominan, en conjunto, nervio olfatorio (NC I).

Puntos fundamentales

NERVIO ÓPTICO

♦ Los nervios ópticos (NC II) poseen fibras sensitivas relacionadas con el sentido especial de la visión. ♦ Las fibras de los nervios ópticos se originan en las células ganglionares de la retina. ♦ Las fibras nerviosas salen de la órbita a través de los conductos ópticos; las fibras de la mitad nasal de la retina se decusan hacia el lado contralateral en el quiasma óptico. ♦ A continuación, las fibras nerviosas pasan a través de los tractos ópticos hasta los cuerpos geniculados del tálamo, donde hacen sinapsis en neuronas cuyas prolongaciones forman las radiaciones ópticas hacia la corteza visual primaria del lóbulo occipital.

NERVIO OCULOMOTOR (NC III)

Funciones. Motor somático (eferente somático general) y motor visceral (eferente visceral general-parasimpático).

Núcleos. Hay dos núcleos oculomotores, uno para cada componente funcional del nervio. El núcleo motor somático del nervio oculomotor está en el mesencéfalo (fig. 9-5). El núcleo motor visceral (parasimpático) accesorio (de Edinger-Westphal) se sitúa dorsal a los dos tercios rostrales del núcleo motor somático (Haines, 2006).

El nervio oculomotor (NC III) proporciona la siguiente inervación (fig. 9-8):

- Inervación motora para cuatro de los seis músculos estriados extrínsecos del globo ocular (*recto superior, recto medial,*

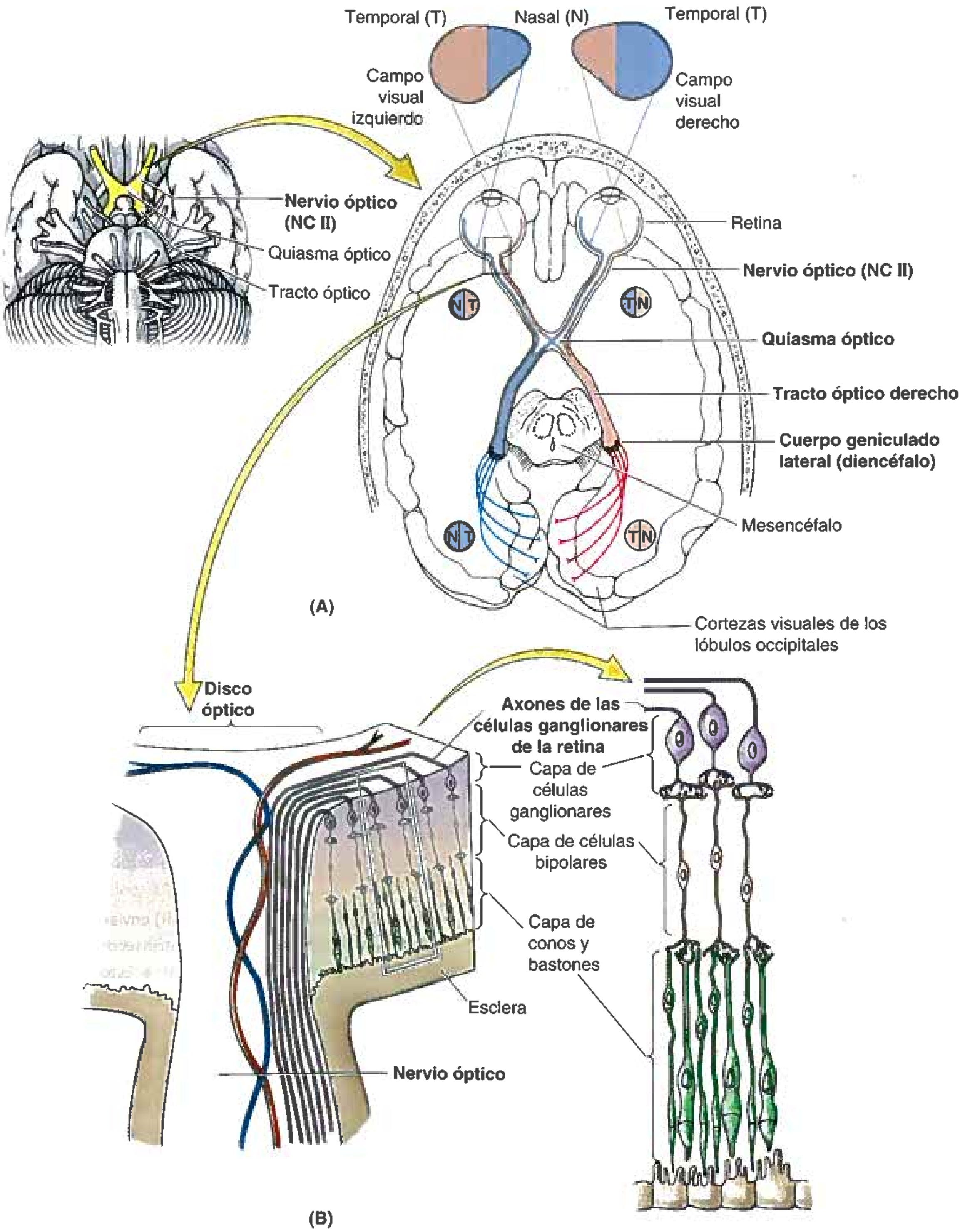

Temporal (T)
Nasal (N)
Temporal (T)
Campo visual izquierdo
Campo visual derecho
Nervio óptico (NC II)
Quiasma óptico
Tracto óptico
Retina
Nervio óptico (NC II)
N T
T N
Quiasma óptico
Tracto óptico derecho
Cuerpo geniculado lateral (diencéfalo)
Mesencéfalo
N T
T N
(A)
Cortezas visuales de los lóbulos occipitales
Disco óptico
Axones de las células ganglionares de la retina
Capa de células ganglionares
Capa de células bipolares
Capa de conos y bastones
Esclera
Nervio óptico
(B)

FIGURA 9-7. **Sistema visual. A.** Origen, trayectoria y distribución de la vía óptica. Los axones de las neuronas ganglionares de la retina transportan la información visual al cuerpo geniculado lateral del diencéfalo (tálamo) a través del nervio óptico (NC II) y el tracto óptico. Las fibras del cuerpo geniculado lateral se proyectan a la corteza visual del lóbulo occipital. Los axones de las células ganglionares de las mitades nasales de las retinas se decusan en el quiasma óptico; las fibras de las mitades temporales no se decusan. **B.** La vía visual se inicia en las células fotorreceptoras (bastones y conos) de la retina. Las respuestas de los fotorreceptores son transmitidas por células bipolares (neuronas con dos prolongaciones) a las células ganglionares en la capa correspondiente de la retina. Las prolongaciones centrales de estas neuronas de tercer orden son las fibras que discurren por el nervio óptico.

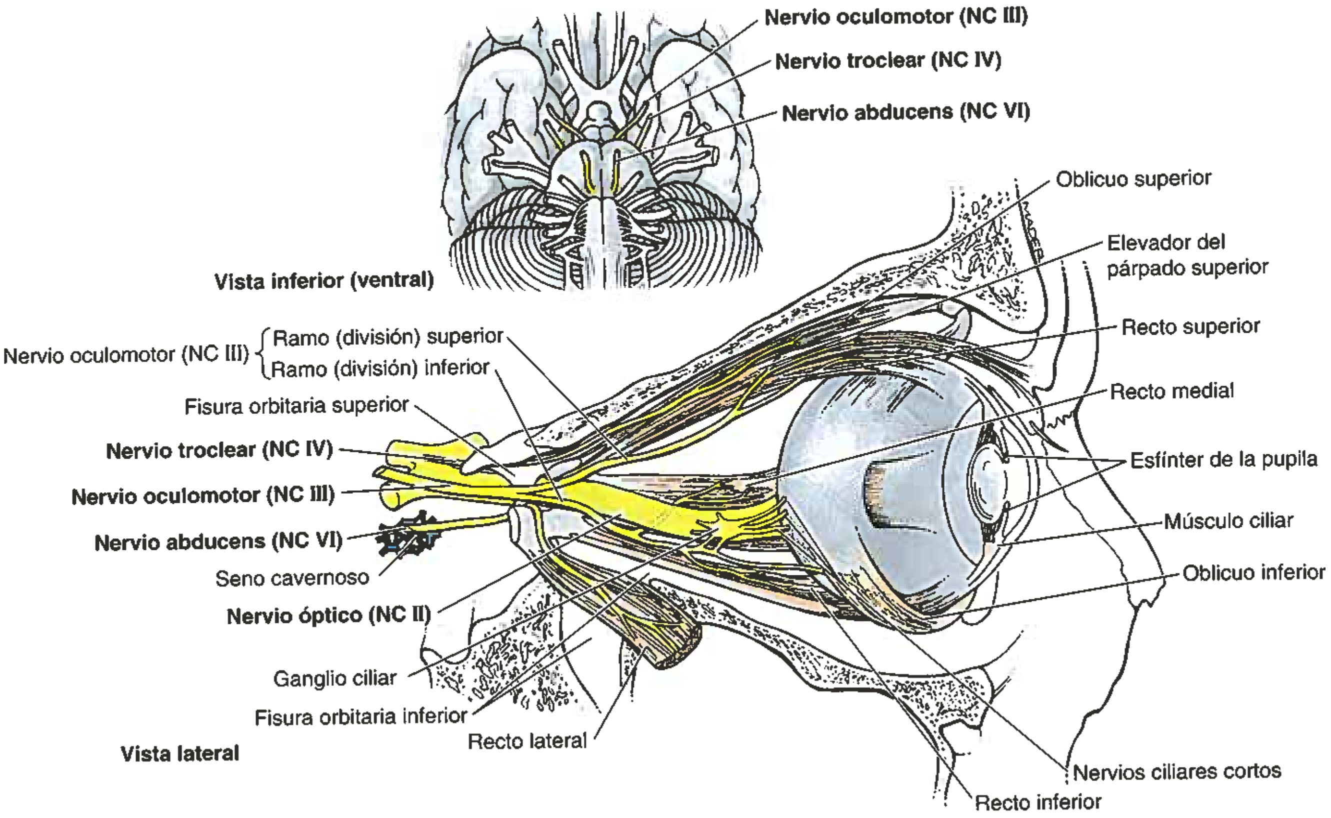

Nervio oculomotor (NC III)
Nervio troclear (NC IV)
Nervio abducens (NC VI)
Vista inferior (ventral)
Oblicuo superior
Elevador del párpado superior
Recto superior
Recto medial
Esfínter de la pupila
Músculo ciliar
Oblicuo inferior
Nervio oculomotor (NC III) Ramo (división) superior
Ramo (división) inferior
Fisura orbitaria superior
Nervio troclear (NC IV)
Nervio oculomotor (NC III)
Nervio abducens (NC VI)
Seno cavernoso
Nervio óptico (NC II)
Ganglio ciliar
Fisura orbitaria inferior
Recto lateral
Vista lateral
Nervios ciliares cortos
Recto inferior

FIGURA 9-8. Distribución de los nervios oculomotor (NC III), troclear (NC IV) y abducens (NC VI). El NC IV inerva al oblicuo superior, el NC VI inerva al recto lateral y el NC III inerva cinco músculos estriados extrínsecos del ojo (elevador del párpado superior, recto superior, recto medial, recto inferior y oblicuo inferior) y dos músculos intrínsecos del ojo (músculo ciliar y músculo esfínter de la pupila).

recto inferior y *oblicuo inferior*) y para el elevador del párpado superior; de ahí el nombre del nervio.
- Inervación propioceptiva para los músculos antes mencionados.
- Inervación parasimpática a través del ganglio ciliar para el músculo liso del esfínter de la pupila, que provoca la constricción de la pupila y del músculo ciliar con el fin de producir la acomodación (haciendo que la lente se vuelva más redondeada) para la visión cercana.

El NC III es el principal nervio motor de los músculos del ojo y extrínsecos del globo ocular. Emerge del mesencéfalo, atraviesa la duramadre lateral al diafragma de la silla turca por encima de la hipófisis y a continuación discurre a través del techo y la pared lateral del *seno cavernoso.* El NC III ab,andona la cavidad craneal y entra en la órbita a través de la *fisura orbitaria superior.* Dentro de esa fisura, el NC III se divide en un **ramo** (división) **superior,** que inerva el recto superior y el elevador del párpado superior, y un **ramo** (división) **inferior,** que inerva los rectos inferior y medial y el oblicuo inferior. El ramo inferior también transporta fibras parasimpáticas presinápticas (eferentes viscerales) hacia el **ganglio ciliar,** donde establecen sinapsis (fig. 9-4; tabla 9-3). Las fibras postsinápticas desde este ganglio pasan al globo ocular a través de los *nervios ciliares cortos* para inervar el cuerpo ciliar y el esfínter de la pupila.

Puntos fundamentales

NERVIO OCULOMOTOR

◆ Los nervios oculomotores (NC III) envían fibras motoras somáticas a todos los músculos extrínsecos del ojo, excepto al oblicuo superior y al recto lateral. ◆ Estos nervios también envían fibras parasimpáticas presinápticas al ganglio ciliar para la inervación del cuerpo ciliar y del esfínter de la pupila. ◆ Se originan en el tronco del encéfalo, emergen mediales a los pedúnculos cerebrales y discurren por la pared lateral del seno cavernoso. ◆ El NC III entra en la órbita por la fisura orbitaria superiore y se divide en ramos superior e inferior.

NERVIO TROCLEAR (NC IV)

Funciones. Motor somático (eferente somático general) y propiocepción para un músculo extrínseco del globo ocular (el oblicuo superior).

Núcleo. El núcleo del nervio troclear se localiza en el mesencéfalo, inmediatamente caudal al núcleo del oculomotor (fig. 9-5).

El **nervio troclear** (NC IV) es el nervio craneal más pequeño; emerge de la cara posterior (dorsal) del mesencéfalo (el único nervio craneal que hace esto) y pasa anteriormente alrededor del tronco del encéfalo. Tiene el *recorrido intracraneal (subaracnoideo)* más largo de todos los nervios craneales. El NC IV atraviesa la duramadre en el borde del tentorio del cerebelo y pasa anteriormente por la pared lateral del seno cavernoso (fig. 9-8). Después el nervio continúa su recorrido a través de la fisura orbitaria superior hacia el interior de la órbita, donde inerva el oblicuo superior —el único músculo extrínseco del ojo que utiliza una polea, o tróclea, para cambiar la dirección de su acción (de ahí su nombre).

Puntos fundamentales

NERVIO TROCLEAR

◆ Los nervios trocleares (NC IV) aportan fibras motoras somáticas para los músculos oblicuos superiores y envían fibras propioceptivas a dicho músculo, que abduce, deprime y rota medialmente el globo ocular. ◆ Los nervios trocleares emergen de la cara posterior del tronco del encéfalo. ◆ Siguen un largo curso intracraneal, rodeando el tronco del encéfalo para entrar en la duramadre en el borde libre del tentorio del cerebelo, cerca de las apófisis clinoides posteriores. ◆ A continuación, los nervios trocleares discurren por la pared lateral del seno cavernoso, entrando en la órbita a través de las fisuras orbitarias superiores.

NERVIO TRIGÉMINO (NC V)

Funciones. Sensitivo somático (general) y motor somático (branquial) para los derivados del primer arco faríngeo.

Núcleos. Existen cuatro núcleos trigeminales (fig. 9-5): un núcleo motor (núcleo motor del nervio trigémino) y tres sensitivos (núcleos mesencefálico, sensitivo principal y espinal del nervio trigémino).

El **nervio trigémino** (NC V) es el nervio craneal de mayor tamaño (si se excluye el atípico nervio óptico). Emerge de la cara lateral del puente mediante una gran raíz sensitiva y una pequeña raíz motora. Las raíces del NC V son comparables a las raíces anteriores y posteriores de los nervios espinales. El NC V es el principal nervio sensitivo somático (general) de la cabeza (cara, dientes, boca, cavidad nasal y duramadre de la cavidad craneal). La gran **raíz sensitiva del NC V** está compuesta principalmente por las prolongaciones centrales de las neuronas pseudomonopolares que forman el **ganglio del trigémino** (fig. 9-9). El ganglio es aplanado y tiene forma de media luna (de ahí su nombre no oficial, ganglio semilunar), y se aloja en un receso dural **(cavidad trigeminal)**, lateral al seno cavernoso.

Las prolongaciones periféricas de estas neuronas ganglionares forman tres nervios o divisiones: **nervio oftálmico** (NC V$_1$), **nervio maxilar** (NC V$_2$) y el componente sensitivo del **nervio mandibular** (NC V$_3$). Los mapas de las regiones cutáneas inervadas por las tres divisiones se asemejan a los mapas de los dermatomas de la inervación cutánea por los nervios espinales (fig. 9-9A). Sin embargo, a diferencia de los dermatomas de los nervios espinales, la inervación de las tres divisiones se solapa poco; las lesiones de un nervio aislado provocan áreas con déficit bien delimitados.

Las fibras de la **raíz motora del NC V** pasan inferiores al ganglio del trigémino por el suelo de la cavidad trigeminal, pasando de largo del ganglio (igual que las raíces anteriores de los nervios espinales pasan de largo del ganglio sensitivo del nervio espinal). Se distribuyen exclusivamente a través del nervio mandibular (NC V$_3$), mezclándose con las fibras sensitivas cuando el nervio atraviesa el agujero oval del cráneo. Emite ramos para los músculos masticadores, milohioideo, vientre anterior del digástrico, tensor del velo del paladar y tensor del tímpano, que derivan del primer arco faríngeo.

Aunque el NC V no transporta fibras parasimpáticas presinápticas desde el SNC, los cuatro ganglios parasimpáticos están asociados a las divisiones del NC V. Las fibras parasimpáticas postsinápticas de los ganglios se unen a los ramos del NC V y son transportadas a sus destinos junto a las fibras sensitivas y motoras del NC V (fig. 9-8; tabla 9-3).

Nervio oftálmico (NC V$_1$)

A diferencia de las otras dos divisiones del NC V, el NC V$_1$ no es un nervio branquial (es decir, no inerva derivados de los arcos faríngeos). Inerva estructuras derivadas del mesodermo paraaxial del proceso embrionario frontonasal. La asociación del nervio oftálmico con los otros ramos del NC V es un fenómeno secundario. Las fibras sensitivas somáticas (generales) del NC V$_1$ se distribuyen por la piel y las mucosas y la conjuntiva de la región frontal de la cabeza y la nariz (fig. 9-9).

Exploración del NC V$_1$. La integridad de esta división se explora comprobando el reflejo corneal: al tocar con una torunda de algodón la córnea, que también es inervada por el NC V$_1$, si se provoca un parpadeo reflejo es que el nervio funciona correctamente (fig. 9-4; tabla 9-3).

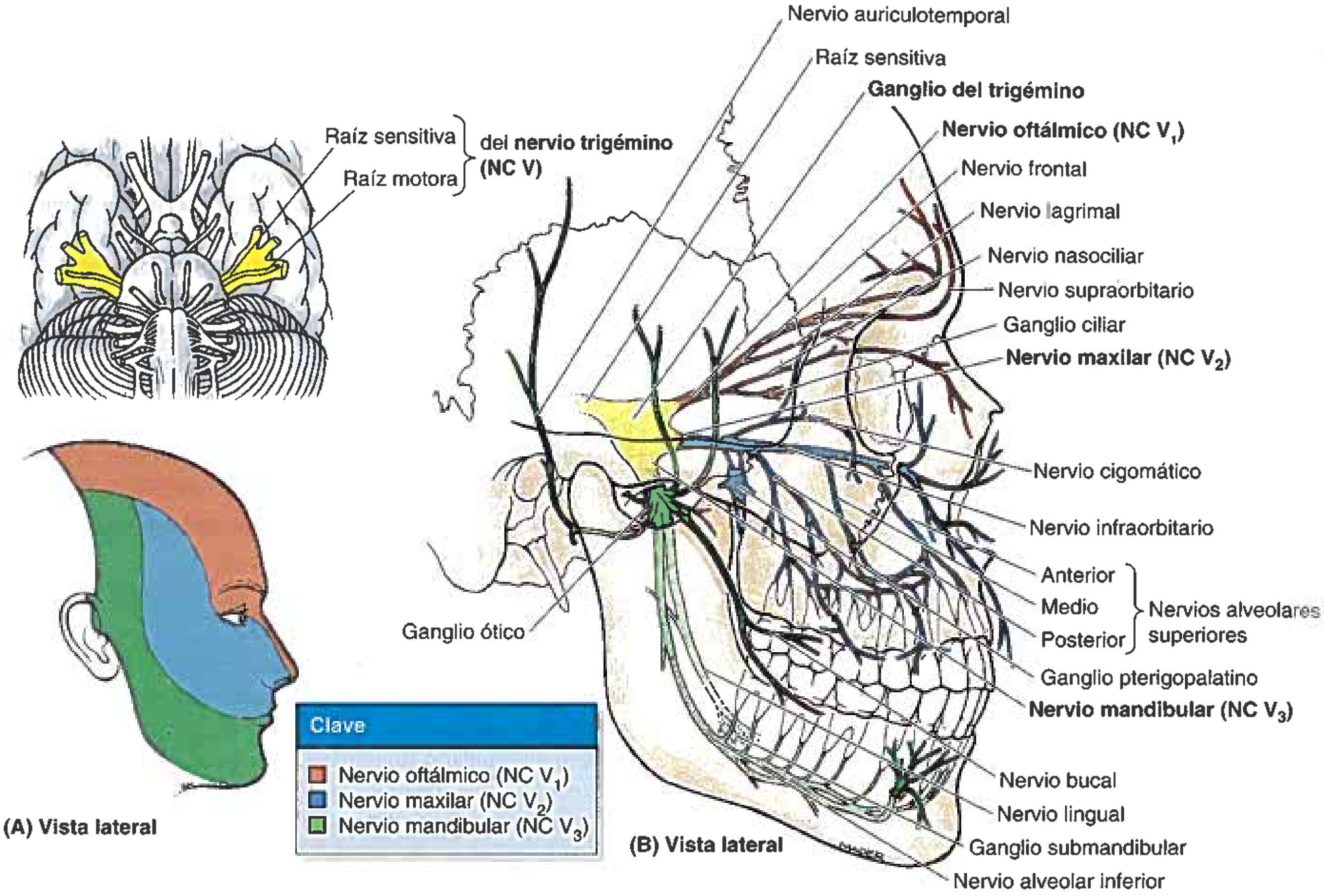
Nervio maxilar (NC V$_2$)

El NC V$_2$ inerva los derivados de la prominencia maxilar del primer arco faríngeo. Sale de la cavidad craneal a través del agujero redondo, y sus fibras sensitivas somáticas (generales) normalmente se distribuyen por la piel y las mucosas asociadas con el maxilar. El ganglio pterigopalatino (parasimpático) está asociado a esta división del NC V, y participa en la inervación de la glándula lacrimal y las glándulas nasales y palatinas.

Nervio mandibular (NC V$_3$)

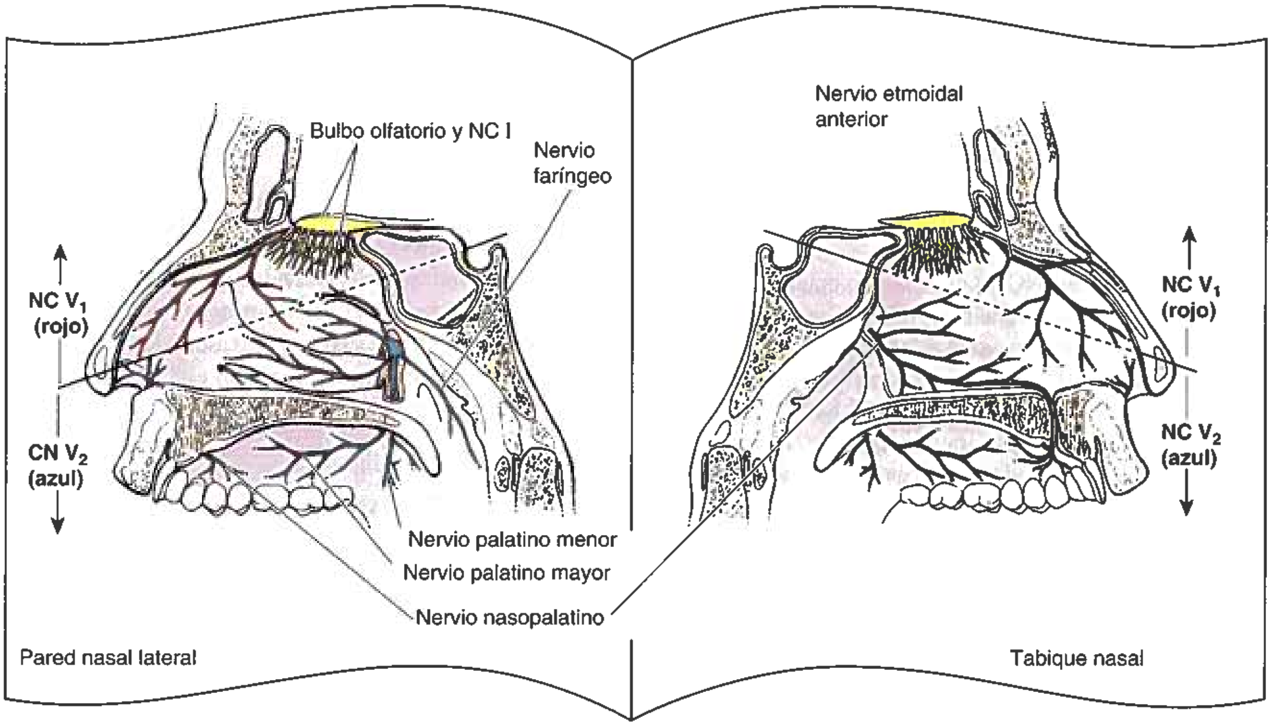
El NC V$_3$ inerva los derivados de la prominencia mandibular del primer arco faríngeo. El NC V$_3$ es la única división del NC V que contiene fibras motoras somáticas (branquiales), que se distribuyen por los músculos estriados derivados del mesodermo de la prominencia mandibular (fundamentalmente, los músculos masticadores). Esta división del NC V se asocia a dos ganglios parasimpáticos, el ganglio ótico y el ganglio submandibular; ambos participan en la inervación de las glándulas salivares.

En las tablas 9-1 y 9-2 se ofrece un resumen general del NC V. La tabla 9-4 resume los ramos de las tres divisiones.


Raíz sensitiva
Raíz motora
del **nervio trigémino** (NC V)
Clave
🟥 Nervio oftálmico (NC V$_1$)
🟦 Nervio maxilar (NC V$_2$)
🟩 Nervio mandibular (NC V$_3$)
Nervio auriculotemporal
Raíz sensitiva
Ganglio del trigémino
Nervio oftálmico (NC V$_1$)
Nervio frontal
Nervio lagrimal
Nervio nasociliar
Nervio supraorbitario
Ganglio ciliar
Nervio maxilar (NC V$_2$)
Nervio cigomático
Nervio infraorbitario
Anterior
Medio
Posterior
Nervios alveolares superiores
Ganglio pterigopalatino
Nervio mandibular (NC V$_3$)
Nervio bucal
Nervio lingual
Ganglio submandibular
Nervio alveolar inferior
Ganglio ótico

(A) Vista lateral

(B) Vista lateral


Bulbo olfatorio y NC I
Nervio faríngeo
NC V$_1$ (rojo)
CN V$_2$ (azul)
Nervio palatino menor
Nervio palatino mayor
Nervio nasopalatino
Pared nasal lateral
Nervio etmoidal anterior
NC V$_1$ (rojo)
NC V$_2$ (azul)
Tabique nasal

(C) Vista en forma de libro abierto

FIGURA 9-9. Distribución del nervio trigémino (NC V). **A.** Distribución cutánea (sensitiva) de las tres divisiones del nervio trigémino. **B.** Cada división craneal inerva piel y mucosas, y envía un ramo para la duramadre de las fosas craneales anterior y media. Cada división se asocia con uno o dos ganglios parasimpáticos y aporta las fibras parasimpáticas postsinápticas de ese ganglio: NC V$_1$ para el ganglio ciliar, NC V$_2$ para el ganglio pterigopalatino y NC V$_3$ para los ganglios submandibular y ótico. **C.** Vista en libro abierto que muestra la inervación de la pared lateral y el tabique de la cavidad nasal y el paladar. El NC V$_1$ inerva las porciones anterosuperiores de la cavidad, y el NC V$_2$ las porciones posteroinferiores del paladar.

TABLA 9-4. RESUMEN DE LAS DIVISIONES DEL NERVIO TRIGÉMINO (NC V)

Divisiones/distribuciones	Ramos
Nervio oftálmico (NC V$_1$) Sólo sensitivo Pasa a través de la fisura orbitaria superior Inerva la córnea y la parte superior de la conjuntiva; la mucosa de la parte anterosuperior de la cavidad nasal, el seno frontal y las celdillas etmoidales; la duramadre anterior y supratentorial; la piel del dorso de la nariz, el párpado superior, la frente y el cuero cabelludo	Nervio meníngeo recurrente (tentorial) Nervio lagrimal Ramo comunicante con el nervio cigomático Nervio frontal Nervio supraorbitario Nervio supratroclear Nervio nasociliar Raíz sensitiva del ganglio ciliar Nervios ciliares cortos Nervios ciliares largos Nervio infratroclear Nervios etmoidales anterior y posterior
Nervio maxilar (NC V$_2$) Sólo sensitivo Pasa a través del agujero redondo Inerva la duramadre de la parte anterior de la fosa craneal media; la conjuntiva del párpado inferior; la mucosa de la parte posteroinferior de la cavidad nasal, el seno maxilar, el paladar y la parte anterior del vestíbulo bucal superior; los dientes maxilares; la piel lateral de la nariz, el párpado inferior, la parte anterior de la mejilla y el labio superior	Ramo meníngeo Nervio cigomático Ramo cigomaticofacial Ramo cigomaticotemporal Ramo comunicante con el nervio lagrimal Ramos ganglionares para el ganglio pterigopalatino (raíz sensitiva del ganglio pterigopalatino) Ramos alveolares superiores posteriores Nervio infraorbitario Ramos alveolares superiores anteriores y medio Ramos labiales superiores Ramos palpebrales inferiores Ramos nasales externos Nervio palatino mayor Nervios nasales posteriores inferiores Nervios palatinos menores Ramos nasales posteriores superiores laterales Nervio nasopalatino Nervio faríngeo
Nervio mandibular (NC V$_3$) Sensitivo y motor Pasa a través del agujero oval Proporciona inervación sensitiva para la mucosa de los dos tercios anteriores de la lengua, el suelo de la boca y las partes posterior y anteroinferior del vestíbulo bucal; los dientes mandibulares; la piel del labio inferior y las regiones de la mejilla, parotídea y temporal de la cara; el oído externo (oreja, parte superior del conducto auditivo externo y membrana timpánica)	Ramos sensitivos somáticos (generales) Ramo meníngeo (nervio espinoso) Nervio bucal Nervio auriculotemporal Nervio lingual Nervio alveolar inferior Nervio milohioideo Plexo dentario inferior Nervio mentoniano Ramos somáticos (branquiomotores) Masetero Temporal Pterigoideos medial y lateral Milohioideo Vientre anterior del digástrico Tensor del tímpano

Puntos fundamentales

NERVIO TRIGÉMINO

◆ El nervio trigémino (NC V) aporta fibras motoras somáticas para los músculos masticadores, el milohiodeo, el vientre anterior del digástrico, el tensor del tímpano y el tensor del velo del paladar. ◆ También distribuye fibras parasimpáticas postsinápticas de la cabeza a sus destinos. ◆ El NC V es sensitivo para la duramadre de las fosas craneales anterior y media, la piel de la cara, los dientes, las encías, la mucosa de la cavidad nasal, los senos paranasales y la boca. ◆ El NC V se origina en la cara lateral del puente como dos raíces: motora y sensitiva. ◆ Estas raíces cruzan la porción medial de la cresta de la porción petrosa del hueso temporal y entran en la cavidad trigeminal de la duramadre, laterales al cuerpo del esfenoides y al seno cavernoso. ◆ La raíz sensitiva llega al ganglio del trigémino; la raíz motora discurre en paralelo a la raíz sensitiva, pasa de largo del ganglio y pasa a formar parte del nervio mandibular (NC V$_3$).

NERVIO ABDUCENS (NC VI)

Funciones. Motor somático (eferente somático general y propioceptivo) para un músculo extrínseco del globo ocular, el **recto lateral.**

Núcleo. El núcleo del abducens se encuentra en el puente, junto al plano sagital medio (fig. 9-5).

El **nervio abducens** (NC VI) o motor ocular externo emerge del tronco del encéfalo entre el puente y la médula oblongada, y atraviesa la cisterna pontocerebelosa del espacio subaracnoideo, al lado de la arteria basilar (figs. 9-3 y 9-8). Después, perfora la duramadre y realiza el *recorrido intradural más largo* dentro de la cavidad craneal de todos los nervios craneales; es decir, su punto de entrada en la duramadre que cubre el clivus es el más distante desde su salida del cráneo a través de la fisura orbitaria superior. Durante este recorrido intradural, gira bruscamente sobre el borde superior de la porción petrosa del temporal y luego discurre a través del seno cavernoso, rodeado por la sangre venosa del mismo modo que la arteria carótida interna, que es paralela al nervio en el seno. Después, el NC VI entra en la órbita a través del anillo tendinoso común (v. cap. 7), discurre anteriormente y penetra la cara medial del recto lateral, que abduce el ojo.

Puntos fundamentales

NERVIO ABDUCENS

♦ Los nervios motores oculares externos (NC VI) aportan fibras motoras somáticas a los músculos rectos laterales del globo ocular y fibras propioceptivas para dichos músculos. ♦ Los nervios se originan en el puente, atraviesan la duramadre en el clivus, cruzan el seno cavernoso y las fisuras orbitarias superiores, y entran en las órbitas.

NERVIO FACIAL (NC VII)

Funciones. Sensitivo especial (gusto) y sensitivo somático (general). Motor somático (branquial) y motor visceral (parasimpático). También transporta fibras propioceptivas desde los músculos que inerva.

Núcleos. El núcleo motor del nervio facial es un núcleo branquiomotor situado en la porción ventrolateral del puente (figura 9-5). Los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas primarias se encuentran en el ganglio geniculado (fig. 9-10B). Las prolongaciones centrales de las neuronas relacionadas con el gusto finalizan en los núcleos del tracto solitario en la médula oblongada. Las prolongaciones de las neuronas implicadas en las sensaciones generales (dolor, tacto, temperatura) procedentes de la vecindad del oído externo terminan en el *núcleo espinal del nervio trigémino* (fig. 9-5).

El **nervio facial** (NC VII) emerge de la unión entre el puente y la médula oblongada como dos divisiones: la raíz motora y el nervio intermedio. La **raíz motora** más grande (el nervio facial propiamente dicho) inerva los músculos de la expresión facial; el **nervio intermedio,** más pequeño, transporta fibras gustativas, parasimpáticas y sensitivas somáticas. Durante su recorrido, el NC VII atraviesa la fosa craneal posterior, el conducto auditivo interno, el conducto del facial, el agujero estilomastoideo del hueso temporal y la glándula parótida. Después de atravesar el conducto auditivo interno, el nervio recorre una corta distancia anteriormente dentro del hueso temporal y luego gira abruptamente en sentido posterior para discurrir a lo largo de la pared medial de la cavidad timpánica. La curva, bien marcada, es la **rodilla del nervio facial,** localización del **ganglio geniculado,** el ganglio sensitivo del NC VII (fig. 9-10). Mientras atraviesa el conducto facial dentro del hueso temporal, el NC VII da origen al:

- Nervio petroso mayor.
- Nervio estapedio.
- Cuerda del tímpano.

Después, tras realizar un *recorrido intraóseo más largo que los del resto de los nervios craneales,* el NC VII emerge del cráneo a través del *agujero estilomastoideo,* da origen al ramo auricular posterior y entra en la glándula parótida; por último, forma el **plexo parotídeo,** que da origen a los cinco ramos motores terminales siguientes: temporal, cigomático, bucal, marginal de la mandíbula y cervical.

Motor somático (branquial)

Como nervio del segundo arco faríngeo, el nervio facial inerva los músculos estriados derivados de su mesodermo, principalmente los músculos de la expresión facial y los auriculares. También inerva el vientre posterior del músculo digástrico y los músculos estilohioideo y estapedio.

Motor visceral (parasimpático)

La distribución parasimpática (visceral) del nervio facial se detalla en la figura 9-11. El NC VII proporciona fibras parasimpáticas presinápticas al **ganglio pterigopalatino,** para la inervación de las glándulas lagrimales, y al **ganglio submandibular** para la inervación de las glándulas salivares sublingual y submandibular. El ganglio pterigopalatino está asociado al nervio maxilar (NC V_2), que distribuye sus fibras postsinápticas, mientras que el ganglio submandibular se asocia al nervio mandibular (NC V_3). Las características principales de los ganglios parasimpáticos asociados con el nervio facial y otros nervios craneales se resumen en la figura 9-4 y la tabla 9-3. Las fibras parasimpáticas hacen sinapsis en estos ganglios, mientras que las simpáticas y otras fibras pasan a través de ellos.

Sensitivo somático (general)

Algunas fibras procedentes del ganglio geniculado inervan una pequeña área de piel de la concha del pabellón auricular, próxima al conducto auditivo externo.

Sensitivo especial (gusto)

Las fibras transportadas por la cuerda del tímpano se unen al **nervio lingual** para conducir las sensaciones gustativas desde los dos tercios anteriores de la lengua y el paladar blando.

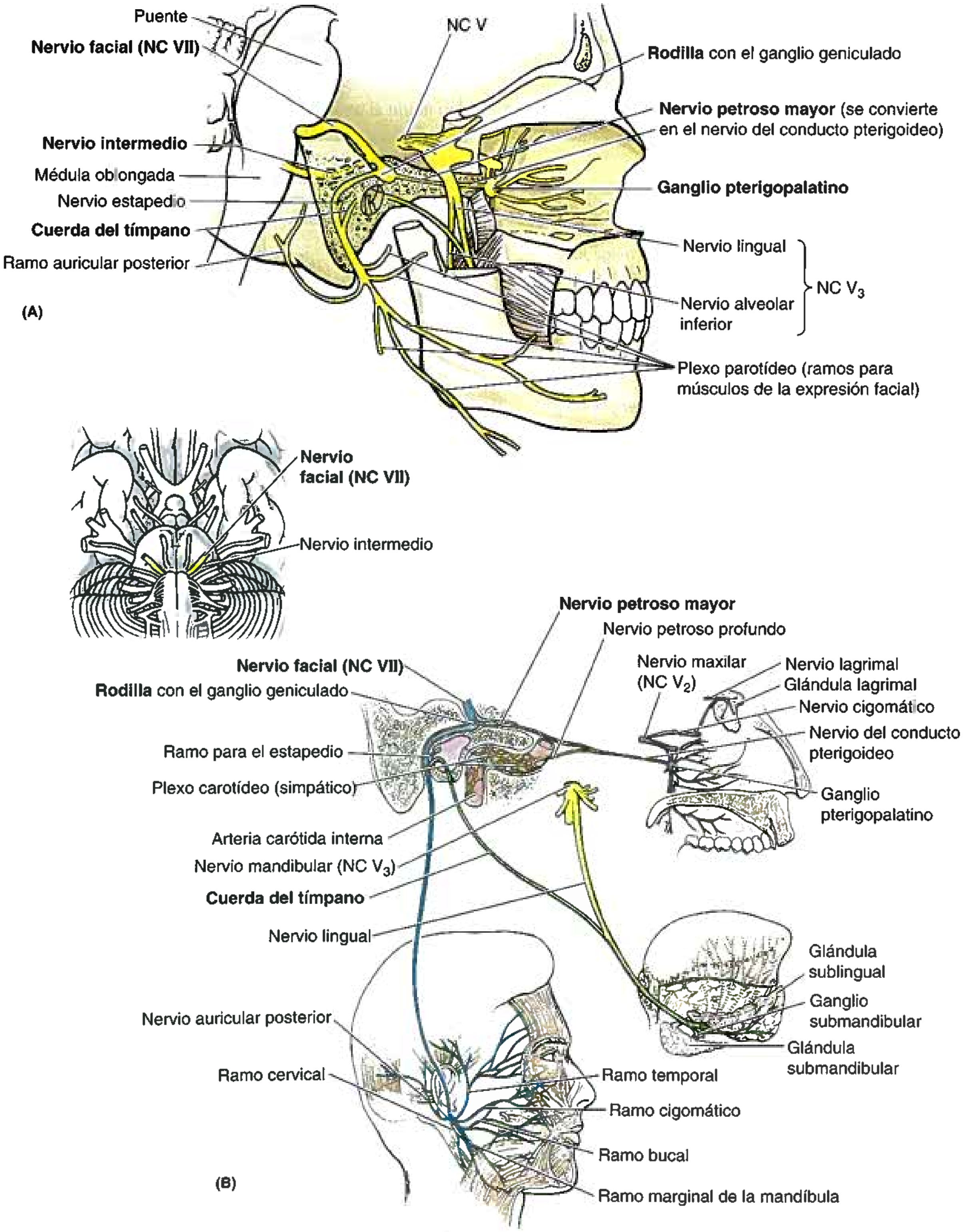

Puente
Nervio facial (NC VII)
NC V
Rodilla con el ganglio geniculado
Nervio petroso mayor (se convierte en el nervio del conducto pterigoideo)
Nervio intermedio
Médula oblongada
Ganglio pterigopalatino
Nervio estapedio
Cuerda del tímpano
Ramo auricular posterior
Nervio lingual
NC V_3
Nervio alveolar inferior
(A)
Plexo parotídeo (ramos para músculos de la expresión facial)
Nervio facial (NC VII)
Nervio intermedio
Nervio petroso mayor
Nervio petroso profundo
Nervio facial (NC VII)
Rodilla con el ganglio geniculado
Nervio maxilar (NC V_2)
Nervio lagrimal
Glándula lagrimal
Nervio cigomático
Ramo para el estapedio
Nervio del conducto pterigoideo
Plexo carotídeo (simpático)
Ganglio pterigopalatino
Arteria carótida interna
Nervio mandibular (NC V_3)
Cuerda del tímpano
Nervio lingual
Glándula sublingual
Ganglio submandibular
Nervio auricular posterior
Glándula submandibular
Ramo cervical
Ramo temporal
Ramo cigomático
Ramo bucal
(B)
Ramo marginal de la mandíbula

FIGURA 9-10. Distribución del nervio facial (NC VII). A. Nervio facial *in situ* que muestra su recorrido intraóseo y sus ramos. **B.** Distribución de las fibras del nervio facial. Obsérvese que el NC VII aporta: *1)* inervación motora somática (branquial) *(azul)* para los derivados del segundo arco faríngeo (músculos de la expresión facial, incluidos los músculos auriculares y occipitofrontal, más el estapedio y el vientre posterior del digástrico y el estilohioideo); *2)* fibras sensitivas especiales (gusto) y parasimpáticas presinápticas (secretomotoras) *(verde)* para la lengua anterior y el ganglio submandibular a través de la cuerda del tímpano, y *3)* fibras parasimpáticas presinápticas (secretomotoras) *(violeta)* para el ganglio pterigopalatino a través del nervio petroso mayor.

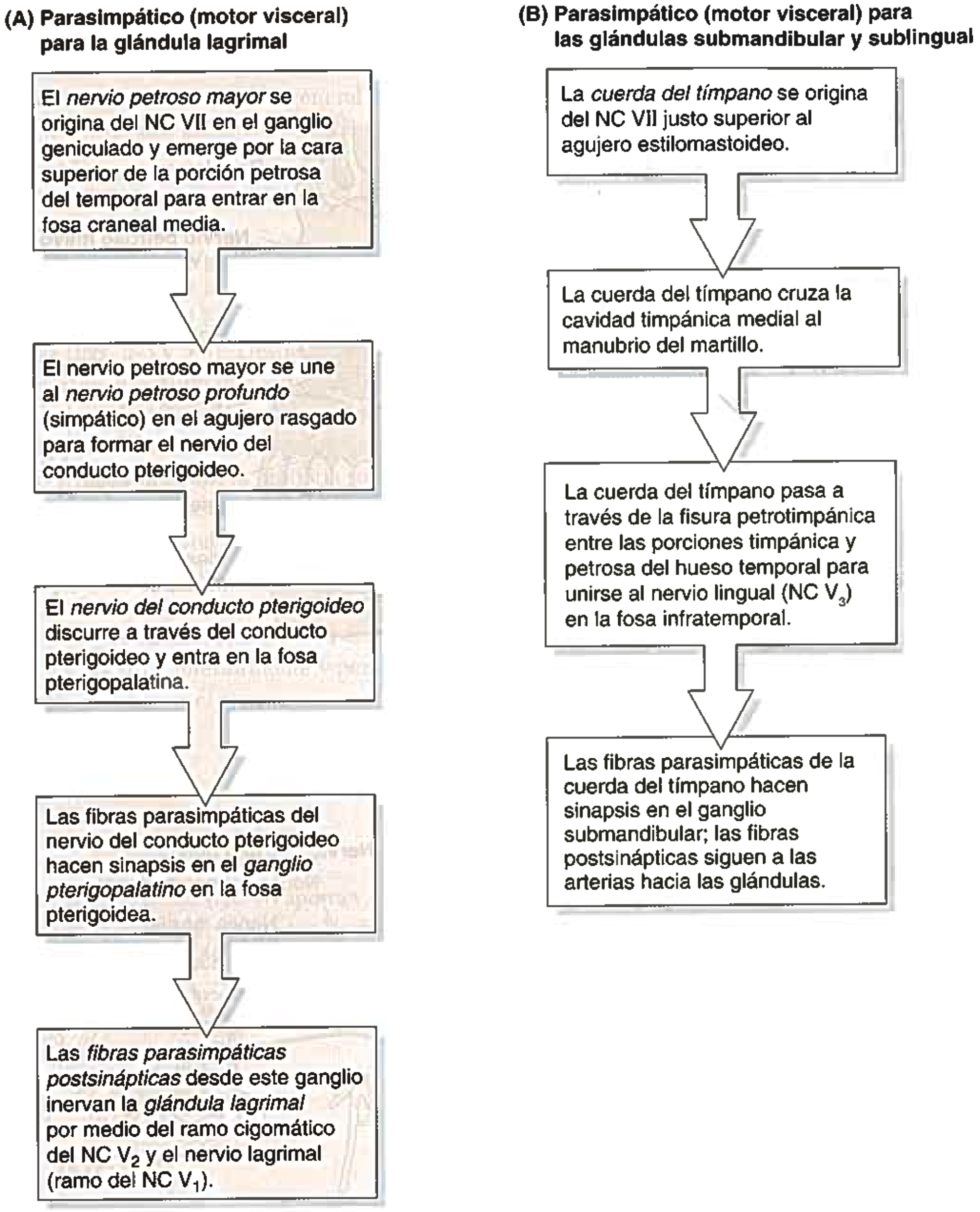

(A) Parasimpático (motor visceral) para la glándula lagrimal
El *nervio petroso mayor* se origina del NC VII en el ganglio geniculado y emerge por la cara superior de la porción petrosa del temporal para entrar en la fosa craneal media.
El nervio petroso mayor se une al *nervio petroso profundo* (simpático) en el agujero rasgado para formar el nervio del conducto pterigoideo.
El *nervio del conducto pterigoideo* discurre a través del conducto pterigoideo y entra en la fosa pterigopalatina.
Las fibras parasimpáticas del nervio del conducto pterigoideo hacen sinapsis en el *ganglio pterigopalatino* en la fosa pterigoidea.
Las *fibras parasimpáticas postsinápticas* desde este ganglio inervan la *glándula lagrimal* por medio del ramo cigomático del NC V$_2$ y el nervio lagrimal (ramo del NC V$_1$).
(B) Parasimpático (motor visceral) para las glándulas submandibular y sublingual
La *cuerda del tímpano* se origina del NC VII justo superior al agujero estilomastoideo.
La cuerda del tímpano cruza la cavidad timpánica medial al manubrio del martillo.
La cuerda del tímpano pasa a través de la fisura petrotimpánica entre las porciones timpánica y petrosa del hueso temporal para unirse al nervio lingual (NC V$_3$) en la fosa infratemporal.
Las fibras parasimpáticas de la cuerda del tímpano hacen sinapsis en el ganglio submandibular; las fibras postsinápticas siguen a las arterias hacia las glándulas.

FIGURA 9-11. Inervación parasimpática que implica al nervio facial (NC VII). A. Inervación de la glándula lagrimal. **B.** Inervación de las glándulas submandibular y sublingual.

Puntos fundamentales

NERVIO FACIAL

♦ Los nervios faciales (NC VII) aportan fibras motoras para el estapedio, el vientre posterior del digástrico, el estilohioideo y los músculos faciales y del cuero cabelludo. ♦ También aportan fibras parasimpáticas presinápticas a través del nervio intermedio (una raíz más pequeña del NC VII), destinadas a los ganglios pterigopalatino y submandibular, a través del nervio petroso mayor y de la cuerda del tímpano, respectivamente. ♦ El NC VII es sensitivo para parte de la piel del conducto auditivo externo y, a través del nervio intermedio, es sensitivo para el gusto de los dos tercios anteriores de la lengua y el paladar blando. ♦ EL NC VII se origina en el borde posterior del puente y discurre a través del conducto auditivo interno y el conducto del nervio facial en la porción petrosa del hueso temporal. ♦ El NC VII sale por el agujero estilomastoideo; su tronco principal forma el plexo nervioso intraparotídeo.

NERVIO VESTIBULOCOCLEAR (NC VIII)

Funciones. Sensitivo especial (aferente somático especial), es decir, sensaciones especiales de audición, equilibrio y movimiento.

Núcleos. Los núcleos vestibulares se localizan en la unión del puente y la médula oblongada en la porción lateral del suelo del cuarto ventrículo; los núcleos cocleares, anterior y posterior, están en la médula oblongada (fig. 9-5).

El **nervio vestibulococlear** (NC VIII) emerge de la unión entre el puente y la médula oblongada, y entra en el **conducto auditivo interno** (figs. 9-2 y 9-3). En ese punto se divide en los nervios vestibular y coclear (fig. 9-12):

- El **nervio vestibular** está compuesto por las prolongaciones centrales de neuronas bipolares en el **ganglio vestibular.** Las

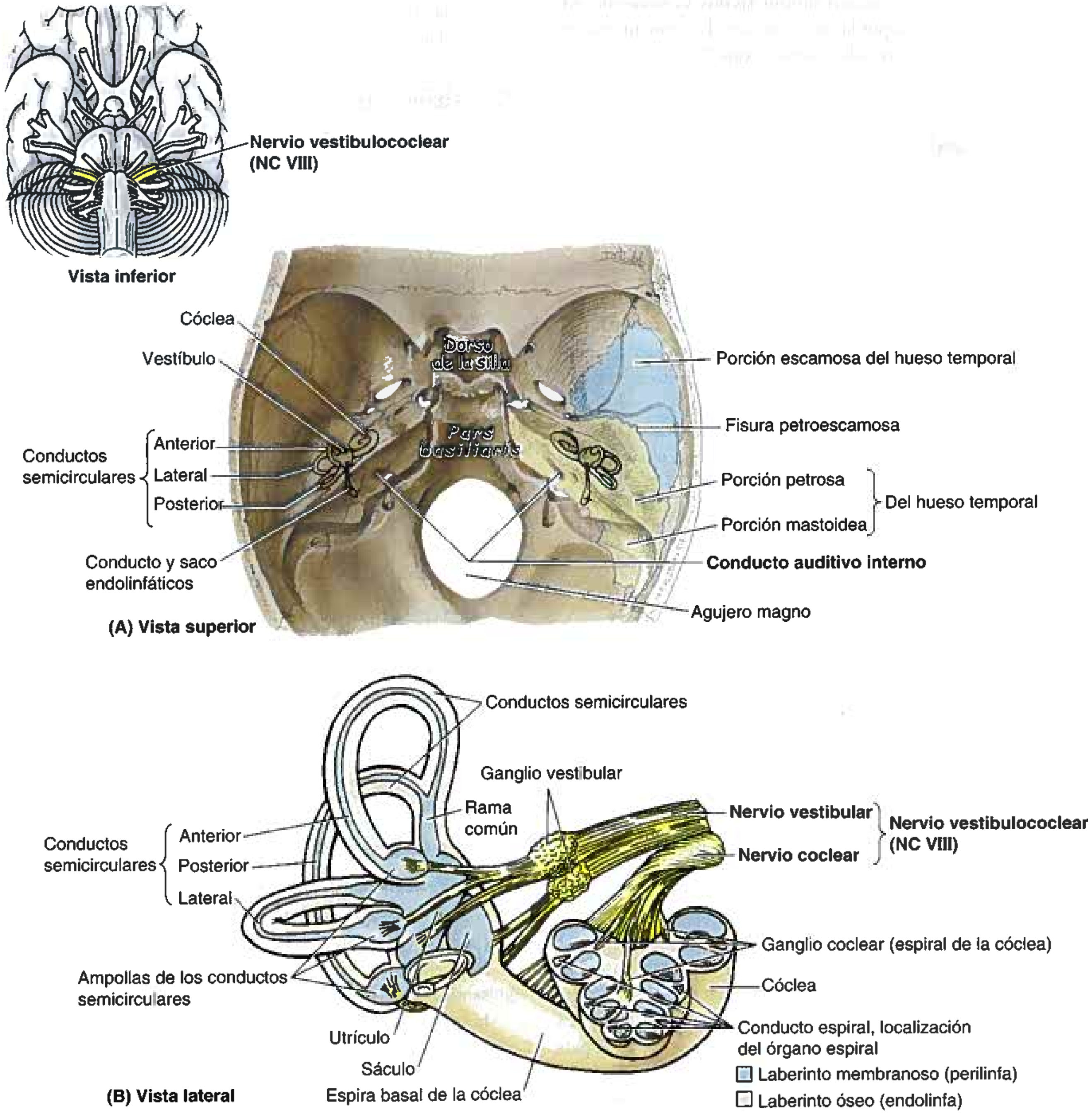

Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Vista inferior
Cóclea
Vestíbulo
Dorso de la silla
Porción escamosa del hueso temporal
Fisura petroescamosa
Pars basilaris
Conductos semicirculares
Anterior
Lateral
Posterior
Porción petrosa
Porción mastoidea
Del hueso temporal
Conducto auditivo interno
Conducto y saco endolinfáticos
Agujero magno
(A) Vista superior
Conductos semicirculares
Ganglio vestibular
Rama común
Nervio vestibular
Nervio coclear
Nervio vestibulococlear (NC VIII)
Conductos semicirculares
Anterior
Posterior
Lateral
Ganglio coclear (espiral de la cóclea)
Cóclea
Ampollas de los conductos semicirculares
Utrículo
Sáculo
Conducto espiral, localización del órgano espiral
(B) Vista lateral
Espira basal de la cóclea
▨ Laberinto membranoso (perilinfa)
☐ Laberinto óseo (endolinfa)

FIGURA 9-12. Nervio vestibulococlear (NC VIII). A. Cara interna de la base del cráneo que muestra la localización del laberinto óseo del oído interno dentro del hueso temporal. **B.** Vista de los laberintos óseo y membranoso que muestra: *1)* la inervación de la cóclea por el nervio coclear del NC VIII para el sentido de la audición y *2)* la inervación del aparato vestibular por el nervio vestibular del NC VIII para el equilibrio y el movimiento.

prolongaciones periféricas de las neuronas se extienden hasta las máculas del utrículo y el sáculo (sensibles a la aceleración lineal relativa a la posición de la cabeza), y a las crestas de las ampollas de los conductos semicirculares (sensibles a la aceleración rotacional).

- El **nervio coclear** está compuesto por las prolongaciones centrales de neuronas bipolares en el **ganglio coclear** o **ganglio espiral** de la cóclea; las prolongaciones periféricas de las neuronas se extienden hasta el órgano espiral para el sentido de la audición.

Dentro del conducto auditivo interno, las dos divisiones del NC VIII están acompañadas por la raíz motora y el nervio intermedio del NC VII, y por la arteria laberíntica (v. cap. 7).

Puntos fundamentales

NERVIO VESTIBULOCOCLEAR

◆ Los nervios vestibulococleares (NC VIII) transportan fibras relacionadas con los sentidos especiales de la audición, el equilibrio y el movimiento. ◆ Los nervios se originan en los surcos entre el puente y la médula oblongada. ◆ Discurren a través del conducto auditivo interno y se dividen en nervios cocleares y vestibulares. ◆ El nervio coclear es sensitivo para el órgano espiral (para el sentido de la audición). ◆ El nervio vestibular es sensitivo para las crestas de las ampollas de los conductos semicirculares y para las máculas del sáculo y del utrículo (para el sentido del equilibrio).

NERVIO GLOSOFARÍNGEO (NC IX)

Funciones. Sensitivo somático (general), sensitivo especial (gusto) y sensitivo visceral. Motor somático (branquial) y motor visceral (parasimpático) para los derivados del tercer arco faríngeo.

Núcleos. Cuatro núcleos en la médula oblongada envían o reciben fibras a través del NC IX: dos motores (*núcleo ambiguo* y núcleo salivatorio inferior) y dos sensitivos (*núcleos sensitivos del nervio trigémino* [NC V] y *núcleos del tracto solitario*). Tres de estos núcleos (en cursiva) los comparte con el NC X (fig. 9-5).

El **nervio glosofaríngeo** (NC IX) emerge de la cara lateral de la médula oblongada y discurre anterolateralmente para abandonar el cráneo a través de la cara anterior del *agujero yugular* (figs. 9-13 y 9-14). En este agujero se encuentran los **ganglios** (sensitivos) **superior e inferior,** que contienen los cuerpos celulares pseudomonopolares de los componentes aferentes del nervio. El NC IX acompaña al **estilofaríngeo,** el único músculo que inerva, y pasa entre los músculos constrictores superior y medio de la faringe para alcanzar la orofaringe y la lengua. Aporta fibras sensitivas al *plexo* (nervioso) *faríngeo*. El nervio glosofaríngeo es aferente de la lengua y la faringe (de ahí su nombre) y eferente del estilofaríngeo y la glándula parótida.

Motor somático (branquial)

Las fibras motoras pasan hacia un músculo, el estilofaríngeo, derivado del tercer arco faríngeo.

Motor visceral (parasimpático)

Las fibras parasimpáticas presinápticas, que son conducidas hacia el ganglio ótico para la inervación de la glándula parótida, siguen un trayecto sinuoso que inicialmente implica al nervio timpánico. El ganglio ótico está asociado al nervio mandibular (NC V_3); ramos de este nervio transportan las fibras parasimpáticas postsinápticas para la glándula parótida (fig. 9-15).

Sensitivo visceral

Los ramos sensitivos del NC IX (fig. 9-13) son:

- El nervio *timpánico*.
- El *nervio del seno carotídeo* para el seno carotídeo, un barorreceptor (presorreceptor) sensible a los cambios en la tensión arterial, y para el *glomus* (cuerpo) carotídeo, un quimiorreceptor sensible a las concentraciones de gases sanguíneos (oxígeno y dióxido de carbono).
- Los nervios *faríngeos, tonsilares* y *linguales* para la mucosa de la orofaringe y el istmo de las fauces, incluidos la tonsila palatina, el paladar blando y el tercio posterior de la lengua. Además de la sensibilidad general (tacto, dolor, temperatura), determinados estímulos atípicos o desagradables (reales o imaginados) en esa zona pueden provocar el reflejo faríngeo e incluso el vómito.

Sensitivo especial (gusto)

Las fibras gustativas son conducidas desde el tercio posterior de la lengua hacia los ganglios sensitivos, los ganglios superior e inferior del NC IX (fig. 9-14). En la figura 9-15 se muestran detalles de la distribución del NC IX.

Puntos fundamentales

NERVIO GLOSOFARÍNGEO

◆ Los nervios glosofaríngeos (NC IX) envían fibras motoras somáticas al estilofaríngeo y fibras motoras viscerales (parasimpáticas presinápticas) al ganglio ótico, para la inervación de la glándula parótida. ◆ También envían fibras sensitivas al tercio posterior de la lengua (incluido el gusto), la faringe, la cavidad timpánica, la cavidad faringotimpánica y para el *glomus* (cuerpo) y el seno carotídeos. ◆ Los nervios se originan en el extremo rostral de la médula oblongada y salen del cráneo por el agujero yugular. ◆ Pasan entre los constrictores superior y medio de la faringe hacia el seno tonsilar y entran en el tercio posterior de la lengua.

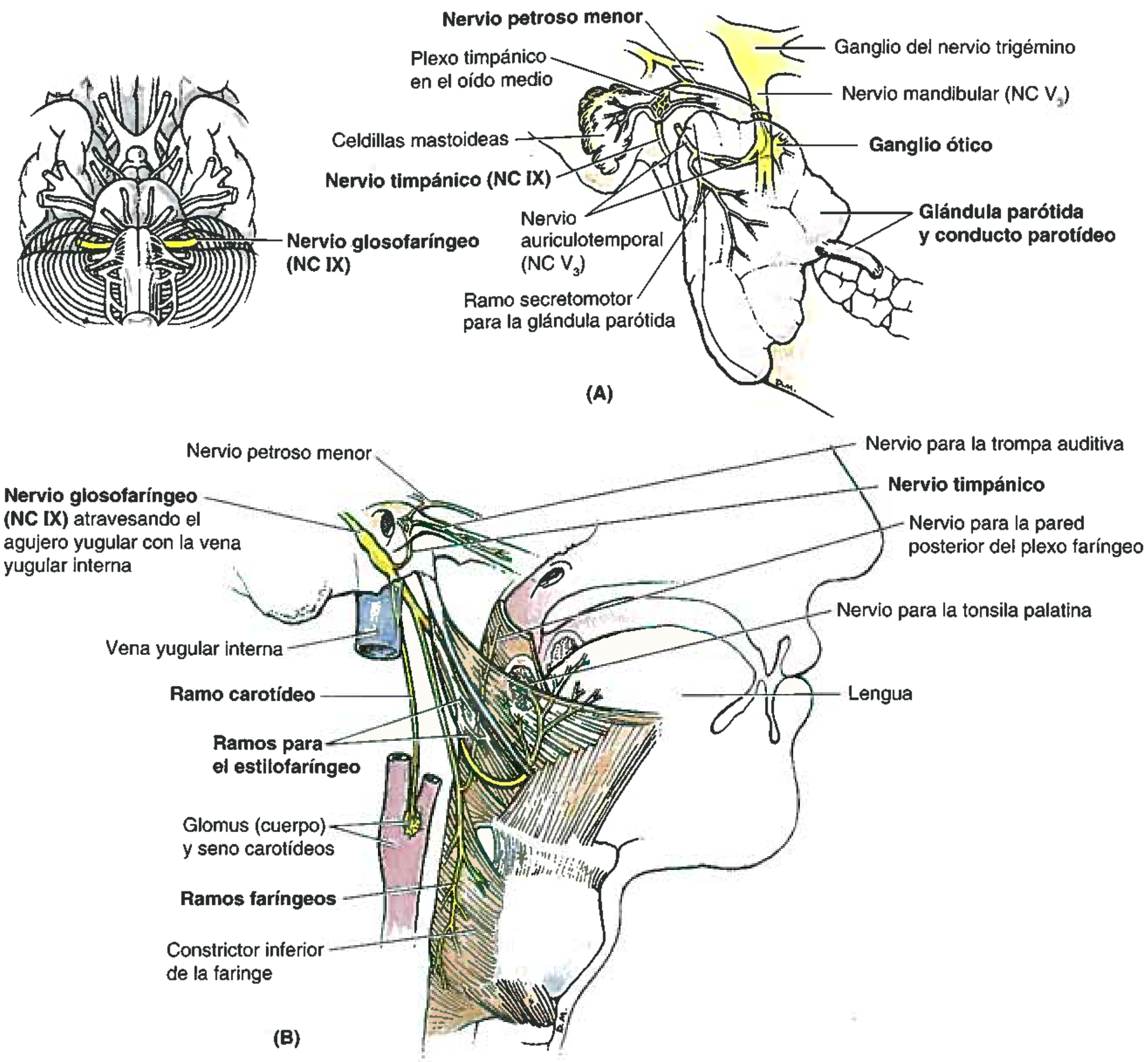

Nervio petroso menor
Plexo timpánico en el oído medio
Celdillas mastoideas
Nervio timpánico (NC IX)
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Nervio auriculotemporal (NC V_3)
Ramo secretomotor para la glándula parótida
Ganglio del nervio trigémino
Nervio mandibular (NC V_3)
Ganglio ótico
Glándula parótida y conducto parotídeo
(A)
Nervio petroso menor
Nervio glosofaríngeo (NC IX) atravesando el agujero yugular con la vena yugular interna
Vena yugular interna
Ramo carotídeo
Ramos para el estilofaríngeo
Glomus (cuerpo) y seno carotídeos
Ramos faríngeos
Constrictor inferior de la faringe
Nervio para la trompa auditiva
Nervio timpánico
Nervio para la pared posterior del plexo faríngeo
Nervio para la tonsila palatina
Lengua
(B)

FIGURA 9-13. Distribución del nervio glosofaríngeo (NC IX). A. El NC IX es motor para un músculo estriado de la faringe, el estilofaríngeo. También transporta fibras sensitivas para el glomus (cuerpo) y el seno carotídeos, conduciendo información sobre la tensión arterial y las concentraciones de gases, así como sensación somática (general) del oído interno, la faringe y las fauces, y el gusto de la lengua posterior. **B.** El compartimiento parasimpático del NC IX aporta fibras secretoras presinápticas al ganglio ótico; las fibras postsinápticas pasan a la glándula parótida a través del nervio auriculotemporal (NC V_3).

NERVIO VAGO (NC X)

Funciones. Sensitivo somático (general), sensitivo especial (gusto), sensitivo visceral. Motor somático (branquial) y motor visceral (parasimpático).

- Sensitivo somático (general) para la parte inferior de la faringe y la laringe.
- Sensitivo visceral para órganos torácicos y abdominales.
- Sensitivo somático (general) y para el gusto de la raíz de la lengua y los botones (papilas) gustativos de la epiglotis. Ramos del nervio laríngeo interno (un ramo del NC X) inervan una pequeña zona, mayoritariamente sensitiva somática (general), pero también algo de sensibilidad especial (gusto).
- Motor somático (branquial) para el paladar blando, la faringe, los músculos intrínsecos de la laringe (fonación) y un teórico músculo extrínseco de la lengua, el palatogloso, que en realidad es un músculo palatino, como demuestran su origen embrionario y su inervación.
- Propioceptivo para los músculos anteriores.
- Motor visceral (parasimpático) para las vísceras torácicas y abdominales.

Núcleos. *Sensitivos:* núcleo sensitivo del nervio trigémino (sensitivo somático) y núcleos del tracto solitario (gusto y sensitivo visceral). *Motor:* núcleo ambiguo (motor somático [branquial]) y núcleo posterior (dorsal) del vago (motor visceral [parasimpático]) (fig. 9-5).

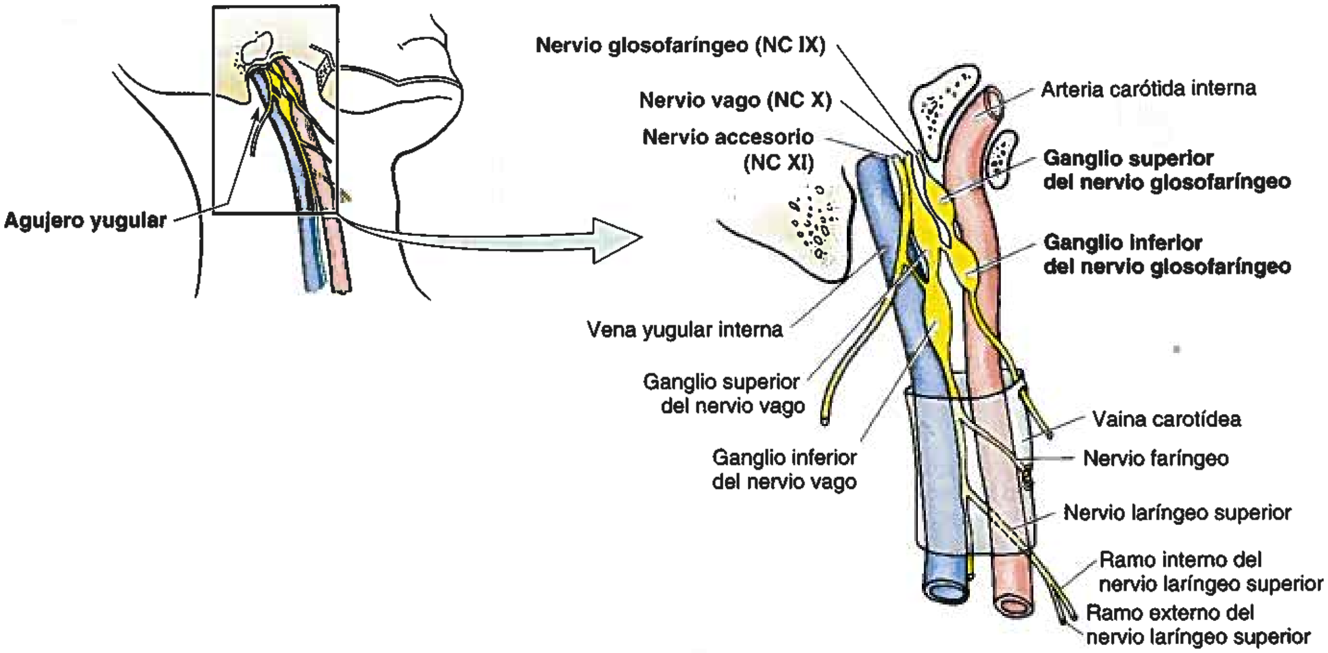

Agujero yugular
Nervio glosofaríngeo (NC IX)
Nervio vago (NC X)
Nervio accesorio (NC XI)
Arteria carótida interna
Ganglio superior del nervio glosofaríngeo
Ganglio inferior del nervio glosofaríngeo
Vena yugular interna
Ganglio superior del nervio vago
Ganglio inferior del nervio vago
Vaina carotídea
Nervio faríngeo
Nervio laríngeo superior
Ramo interno del nervio laríngeo superior
Ramo externo del nervio laríngeo superior

FIGURA 9-14. Relaciones entre las estructuras que atraviesan el agujero yugular. Los NC IX, X y XI son, en orden numérico, anteriores a la vena yugular interna cuando atraviesan el agujero. Son inmediatamente posteriores a la arteria carótida interna cuando salen del agujero. Los ganglios sensitivos superior e inferior de los NC IX y X se ven como engrosamientos de dichos nervios inmediatamente inferiores a su salida del cráneo.

El **nervio vago** (NC X) presenta el recorrido más largo y la distribución más amplia de todos los nervios craneales, que en su mayoría tiene lugar fuera de (inferior a) la cabeza. El término *vago* procede de la palabra latina que significa «errante». Se denominó así al NC X debido a su amplia distribución (tabla 9-5). Se origina en una serie de raicillas en la cara lateral de la médula oblongada, que se fusionan y abandonan el cráneo a través del *agujero yugular* situado entre los NC IX y XI (figs. 9-14 y 9-16).

La que en otro tiempo se denominaba «raíz craneal del nervio accesorio» es realmente una parte del NC X (fig. 9-17). El NC X tiene un *ganglio superior* en el agujero yugular que está relacionado principalmente con el componente sensitivo general del nervio. Inferior al agujero hay un *ganglio inferior* (ganglio nodoso) relacionado con los componentes sensitivos viscerales del nervio. En la región del ganglio superior hay conexiones para el NC IX y el ganglio cervical superior (simpático). El NC X continúa inferiormente hacia la raíz del cuello, en la *vaina carotídea* (v. cap. 8), y da ramos para el paladar, la faringe y la laringe (fig. 9-14; tabla 9-5).

El recorrido del NC X en el tórax es asimétrico, como consecuencia de la rotación del intestino medio durante el desarrollo embrionario (v. caps. 1 y 2). El NC X proporciona ramos para el corazón, los bronquios y los pulmones. Los vagos forman **troncos vagales anterior** y **posterior,** que se unen en el *plexo esofágico* que rodea al esófago, al cual también se unen ramos de los troncos simpáticos. Este plexo acompaña al esófago a través del diafragma hacia el interior del abdomen, donde los troncos vagales se dividen en ramos que inervan el esófago, el estómago y el tracto intestinal hasta la flexura cólica izquierda.

Puntos fundamentales

NERVIO VAGO

◆ Los nervios vagos (NC X) aportan fibras motoras para los músculos voluntarios de la laringe y el esófago superior.
◆ También envían fibras motoras viscerales (parasimpáticas presinápticas) a: *1)* a los músculos involuntarios y las glándulas del árbol traqueobronquial y el esófago a través de los plexos pulmonar y esofágico, *2)* al corazón a través del plexo cardíaco, y *3)* al tracto gastrointestinal hasta la flexura cólica izquierda.
◆ Los nervios vagos también envían fibras sensitivas a la faringe y la laringe, y aferentes reflejas desde estas mismas regiones.
◆ Se originan a partir de 8-10 raicillas en las caras laterales de la médula oblongada en el tronco del encéfalo. Entran en el mediastino superior, posteriormente a las articulaciones esternoclaviculares y las venas braquiocefálicas.
◆ Los vagos emiten nervios recurrentes derecho e izquierdo, y luego, desde el plexo esofágico, vuelven a formarse como troncos vagales anterior y posterior, que continúan en el abdomen.

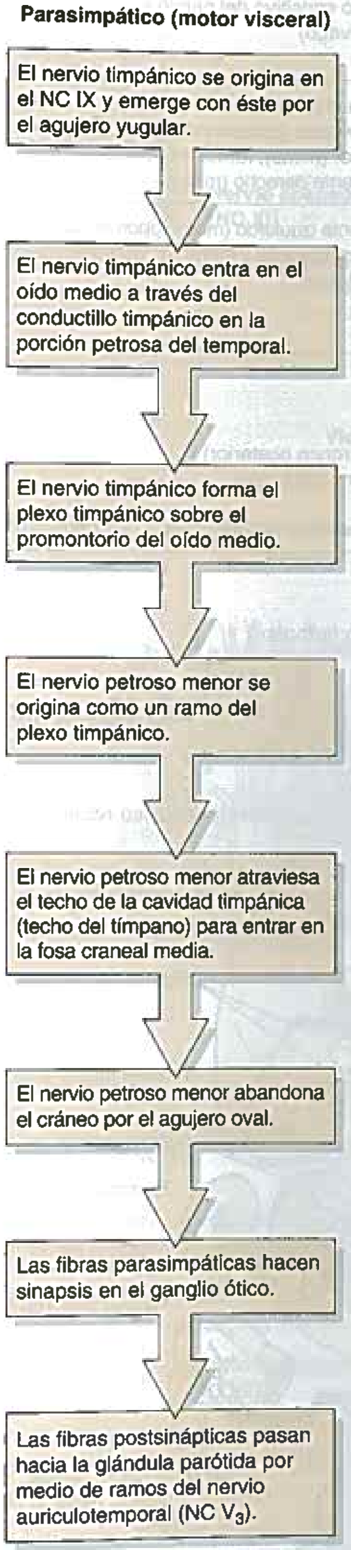

Parasimpático (motor visceral)
El nervio timpánico se origina en el NC IX y emerge con éste por el agujero yugular.
El nervio timpánico entra en el oído medio a través del conductillo timpánico en la porción petrosa del temporal.
El nervio timpánico forma el plexo timpánico sobre el promontorio del oído medio.
El nervio petroso menor se origina como un ramo del plexo timpánico.
El nervio petroso menor atraviesa el techo de la cavidad timpánica (techo del tímpano) para entrar en la fosa craneal media.
El nervio petroso menor abandona el cráneo por el agujero oval.
Las fibras parasimpáticas hacen sinapsis en el ganglio ótico.
Las fibras postsinápticas pasan hacia la glándula parótida por medio de ramos del nervio auriculotemporal (NC V3).

FIGURA 9-15. **Inervación parasimpática que implica al nervio glosofaríngeo (NC IX).** El NC IX envía fibras parasimpáticas presinápticas (secretomotoras) al ganglio ótico siguiendo una trayectoria tortuosa; las fibras postsinápticas pasan desde el ganglio a la glándula parótida a través del nervio auriculotemporal (fig. 9-13B).

NERVIO ACCESORIO (NC XI)

Funciones. Motor somático para los músculos estriados esternocleidomastoideo y trapecio.

Núcleos. El nervio accesorio nace en el núcleo del nervio accesorio, una columna de motoneuronas del asta anterior en los cinco o seis segmentos cervicales de la médula espinal (fig. 9-5).

La tradicional «raíz craneal» del NC XI es, en realidad, una parte del NC X (Lachman *et al.*, 2002). Se une durante un corto trecho al **nervio accesorio** (NC XI) (fig. 9-17). El NC XI emerge como una serie de raicillas desde los cinco o seis primeros segmentos cervicales de la médula espinal. Se une temporalmente al NC X cuando éste pasa a través del *agujero yugular,* y se separa de nuevo cuando salen de él. El NC XI desciende a lo largo de la arteria carótida interna, penetra en el esternocleidomastoideo, lo inerva y emerge del músculo cerca del centro del borde posterior. A continuación, el NC XI cruza la región cervical posterior y discurre profundo al borde superior del trapecio para descender por su cara profunda, emitiendo numerosos ramos para inervarlo. Ramos del plexo cervical que transportan fibras sensitivas desde los nervios espinales C2-4 se unen al nervio accesorio en la región cervical posterior, y suministran fibras a estos músculos para las sensaciones dolorosas y propioceptivas.

Puntos fundamentales

NERVIO ACCESORIO

♦ Los nervios accesorios (NC XI) aportan fibras motoras somáticas para los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. ♦ Los nervios se originan como raicillas en los lados de la médula espinal, en los cinco o seis segmentos cervicales. ♦ Ascienden dentro de la cavidad craneal a través del agujero magno y salen por los agujeros yugulares, cruzando la región cervical lateral.

NERVIO HIPOGLOSO (NC XII)

Funciones. Motor somático para los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua (estilogloso, hiogloso y geniogloso).

El **nervio hipogloso** (NC XII) se origina como un nervio puramente motor mediante varias raicillas desde la médula oblongada, y abandona el cráneo a través del *conducto del nervio hipogloso* (figs. 9-2 y 9-3). Después de salir de la cavidad craneal, el NC XII se une con uno o varios ramos del plexo cervical que conducen fibras motoras somáticas generales desde los nervios espinales C1 y C2, y fibras sensitivas somáticas (generales) desde el ganglio sensitivo del nervio espinal C2 (fig. 9-18). Estas fibras de los nervios espinales «cabalgan» con el NC XII para alcanzar los músculos hioides, mientras que algunas de las fibras sensitivas pasan

(El texto continúa en p. 1078)

TABLA 9-5. RESUMEN DEL NERVIO VAGO (NC X)

Divisiones (partes)	Ramos
Craneal El nervio vago se origina mediante una serie de filetes radiculares (raicillas) de la médula oblongada (incluida la tradicional raíz craneal del NC XI)	Ramo meníngeo para la duramadre (sensitivo; en realidad, fibras de las neuronas del ganglio sensitivo del nervio espinal C2 que se unen al recorrido del nervio vago) Ramo auricular
Cervical Sale del cráneo/entra en el cuello a través del agujero yugular; los nervios vagos derecho e izquierdo entran en las vainas carotídeas y continúan hacia la raíz del cuello	Ramos faríngeos para el plexo faríngeo (motor) Ramos cardíacos cervicales (parasimpático, aferente visceral) Nervio laríngeo superior (mixto), ramos interno (sensitivo) y externo (motor) Nervio laríngeo recurrente derecho (mixto)
Torácicas Los vagos entran en el tórax a través de la abertura torácica superior; el vago izquierdo contribuye al plexo esofágico anterior; el vago derecho, al plexo esofágico posterior; forman los troncos vagales anterior y posterior	Nervio laríngeo recurrente izquierdo (mixto; todos los ramos distales conducen fibras parasimpáticas y aferentes viscerales de estímulos reflejos) Ramos cardíacos torácicos Ramos pulmonares Plexo esofágico
Abdominal Los troncos vagales anterior y posterior entran en el abdomen a través del hiato esofágico en el diafragma; se distribuyen asimétricamente	Ramos esofágicos Ramos gástricos Ramos hepáticos Ramos celíacos (del tronco posterior) Ramo pilórico (del tronco anterior) Ramos renales Ramos intestinales (hasta la flexura cólica izquierda)

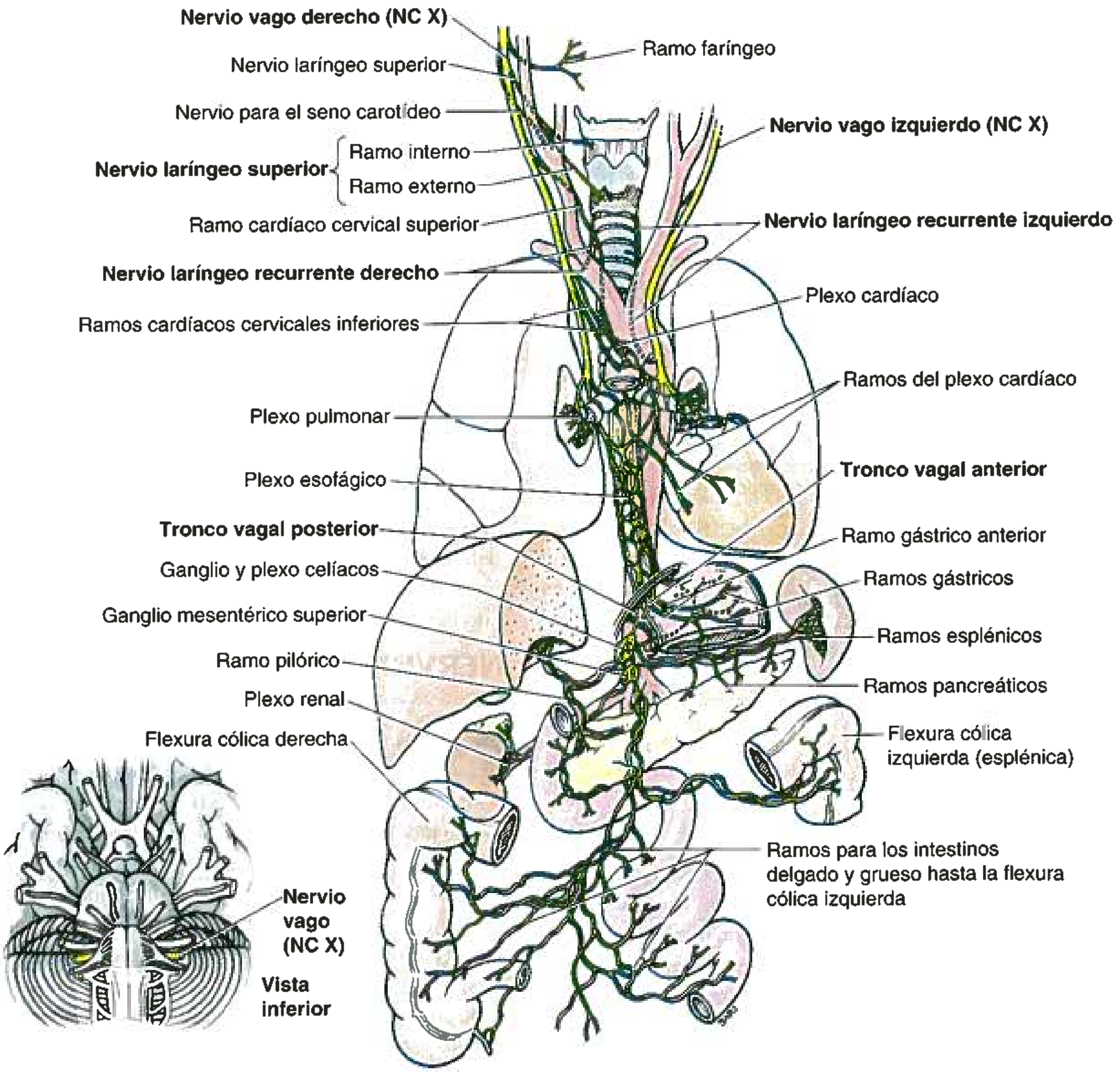

Nervio vago derecho (NC X)
Nervio laríngeo superior
Nervio para el seno carotídeo
Nervio laríngeo superior
Ramo interno
Ramo externo
Ramo cardíaco cervical superior
Nervio laríngeo recurrente derecho
Ramos cardíacos cervicales inferiores
Plexo pulmonar
Plexo esofágico
Tronco vagal posterior
Ganglio y plexo celíacos
Ganglio mesentérico superior
Ramo pilórico
Plexo renal
Flexura cólica derecha
Ramo faríngeo
Nervio vago izquierdo (NC X)
Nervio laríngeo recurrente izquierdo
Plexo cardíaco
Ramos del plexo cardíaco
Tronco vagal anterior
Ramo gástrico anterior
Ramos gástricos
Ramos esplénicos
Ramos pancreáticos
Flexura cólica izquierda (esplénica)
Ramos para los intestinos delgado y grueso hasta la flexura cólica izquierda
Nervio vago (NC X)
Vista inferior

FIGURA 9-16. **Distribución del nervio vago (NC X).** Tras dar los ramos palatino, faríngeo y laríngeo, el NC X desciende dentro del tórax. Los nervios laríngeos recurrentes ascienden hasta la laringe, el izquierdo desde un nivel más inferior (torácico). En el abdomen, los troncos vagales anterior y posterior siguen mostrando su asimetría al inervar el esófago terminal, el estómago y el tracto intestinal hasta la flexura cólica izquierda.

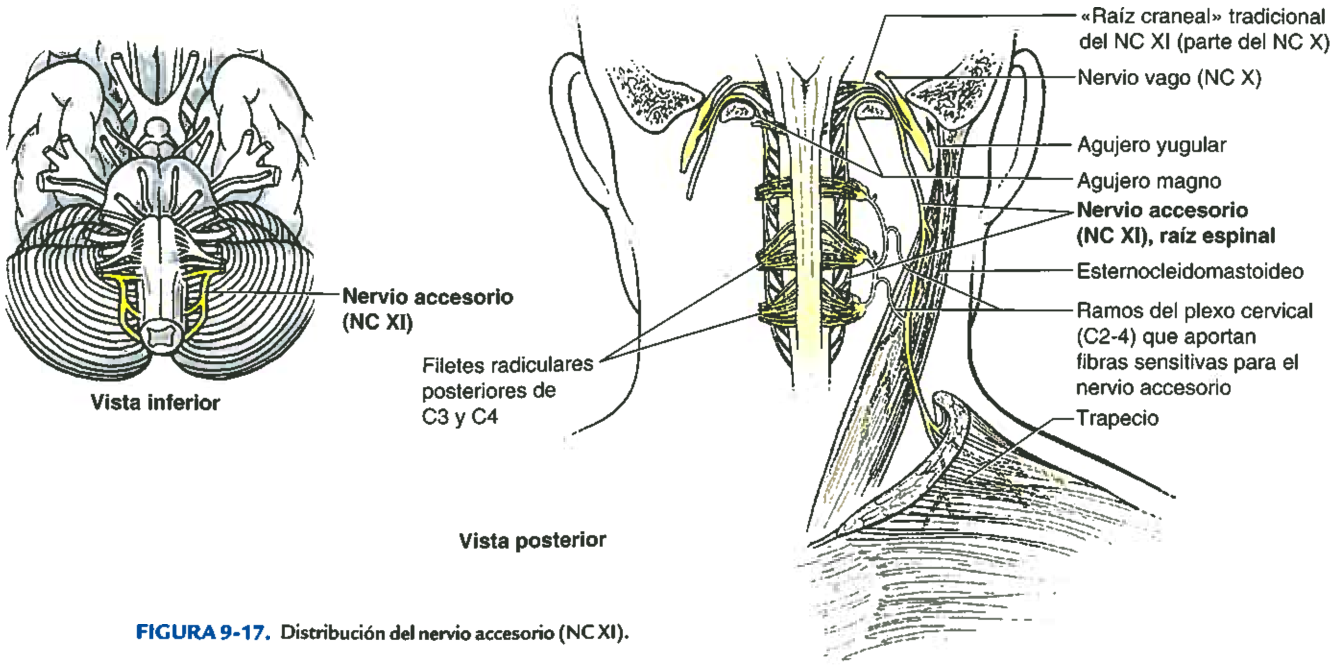

Nervio accesorio
(NC XI)
Vista inferior
Filetes radiculares
posteriores de
C3 y C4
Vista posterior
«Raíz craneal» tradicional
del NC XI (parte del NC X)
Nervio vago (NC X)
Agujero yugular
Agujero magno
Nervio accesorio
(NC XI), raíz espinal
Esternocleidomastoideo
Ramos del plexo cervical
(C2-4) que aportan
fibras sensitivas para el
nervio accesorio
Trapecio

FIGURA 9-17. **Distribución del nervio accesorio (NC XI).**

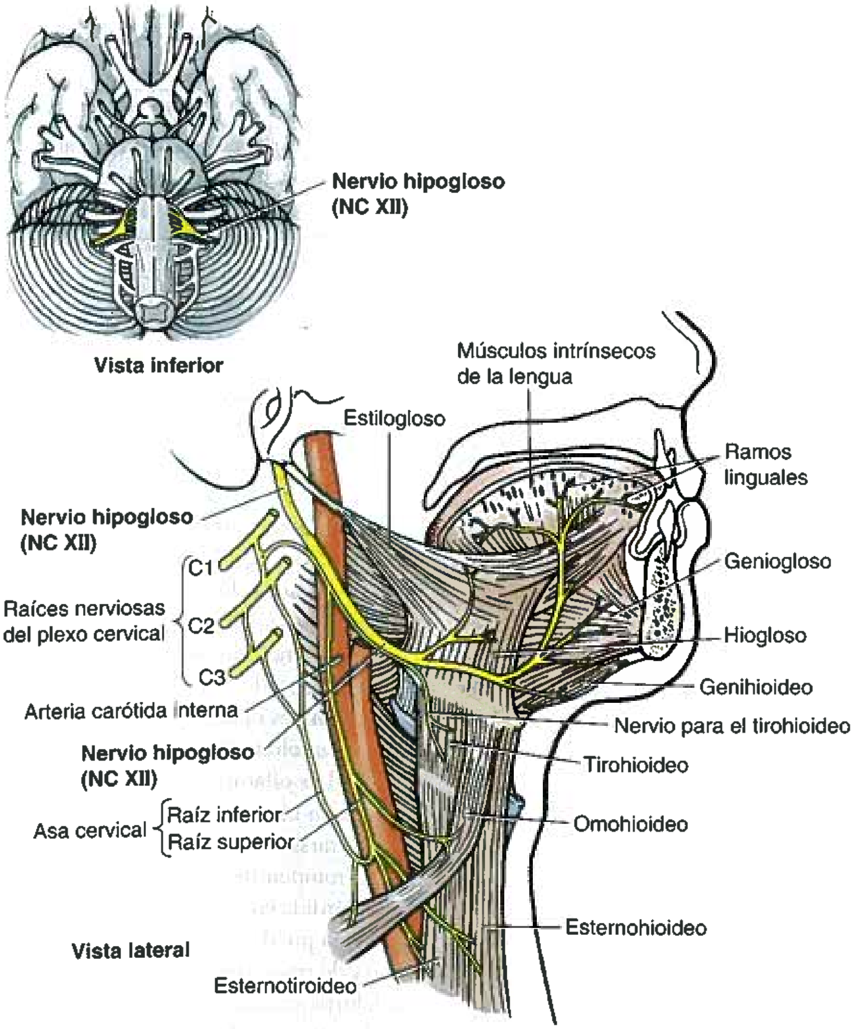

Nervio hipogloso
(NC XII)
Vista inferior
Músculos intrínsecos
de la lengua
Estilogloso
Nervio hipogloso
(NC XII)
C1
Raíces nerviosas
del plexo cervical
C2
C3
Arteria carótida interna
Nervio hipogloso
(NC XII)
Asa cervical
Raíz inferior
Raíz superior
Vista lateral
Esternotiroideo
Ramos
linguales
Geniogloso
Hiogloso
Genihioideo
Nervio para el tirohioideo
Tirohioideo
Omohioideo
Esternohioideo

FIGURA 9-18. **Distribución del nervio hipogloso (NC XII).** El NC XII abandona el cráneo a través del conducto del nervio hipogloso y pasa profundo a la mandíbula para introducirse en la lengua, donde inerva todos los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua, excepto el palatogloso. El NC XII se une, inmediatamente distal al conducto del nervio hipogloso, a un ramo que transporta fibras del asa C1 y C2 del plexo cervical. Estas fibras acompañan al NC XII y lo abandonan como raíz superior del asa cervical y nervio para el músculo tirohioideo. Los nervios espinales cervicales, y no el NC XII, inervan los músculos infrahioideos.

retrógradamente a lo largo de él para alcanzar la duramadre de la fosa craneal posterior. El NC XII discurre inferiormente, medial al ángulo de la mandíbula, y luego se curva anteriormente para entrar en la lengua (fig. 9-18).

El NC XII termina en muchos ramos que inervan todos los músculos extrínsecos de la lengua, excepto el palatogloso (que en realidad es un músculo palatino). El NC XII tiene los siguientes ramos:

- Un **ramo meníngeo** que vuelve hacia el cráneo a través del conducto del nervio hipogloso e inerva la duramadre del suelo y la pared posterior de la fosa craneal posterior. Las fibras nerviosas transportadas proceden del ganglio sensitivo del nervio espinal C2, no del NC XII.
- La **raíz superior del asa cervical** se ramifica del NC XII para inervar los músculos infrahioideos (esternohioideo, esternotiroideo y omohioideo). Realmente, este ramo transporta sólo fibras del plexo cervical (asa entre los ramos anteriores de C1 y C2) que se unen a la salida del nervio de la cavidad craneal, y no fibras del hipogloso (fig. 9-18). Algunas fibras continúan después del origen de la raíz superior y alcanzan el músculo tirohioideo.
- **Ramos linguales** terminales inervan el estilogloso, el hiogloso, el geniogloso y músculos intrínsecos de la lengua.

Puntos fundamentales

NERVIO HIPOGLOSO

♦ Los nervios hipoglosos (NC XII) aportan fibras motoras somáticas a los músculos extrínsecos e intrínsecos de la lengua, excepto al palatogloso (un músculo palatino). ♦ Se originan a partir de varias raicillas entre las pirámides y la oliva de la médula oblongada. ♦ Pasan a través de los conductos hipoglosos y discurren inferior y anteriormente, pasando mediales a los ángulos de la mandíbula y entre el milohioideo y el hipogloso para alcanzar los músculos de la lengua.

NERVIOS CRANEALES

Lesiones de los nervios craneales

La tabla 9-6 resume algunas lesiones habituales de los nervios craneales, indicando el tipo o la localización de las lesiones y los hallazgos anormales que se derivan de dichas lesiones. La lesión de los nervios craneales es una complicación frecuente de las fracturas de la base del cráneo. Asimismo, el movimiento excesivo del encéfalo dentro del cráneo puede desgarrar o contusionar las fibras nerviosas craneales, especialmente las del NC I. Las parálisis de nervios craneales debidas a traumatismos normalmente pueden detectarse en cuanto el nivel de conciencia del paciente lo permite (Lange *et al.*, 2005); sin embargo, en algunas personas las parálisis pueden no evidenciarse hasta pasados varios días.

Debido a su localización confinada en la cavidad craneal, a sus posiciones relativamente fijas y en ocasiones a las estrechas relaciones con formaciones óseas o vasculares, las porciones intracraneales de determinados nervios craneales también son vulnerables a compresiones producidas por tumores o aneurismas. En estos casos, los síntomas suelen presentarse gradualmente y los efectos dependerán del grado de compresión ejercida. Por su estrecha relación con el seno cavernoso, los NC III, IV, V_1 y especialmente el VI, son susceptibles a la compresión o lesión en relación a enfermedades (infecciones, tromboflebitis) que afectan al seno.

NERVIO OLFATORIO

Anosmia (pérdida del olfato)

La pérdida del olfato se asocia con frecuencia a infecciones respiratorias altas, sinusitis y traumatismos craneales. Con la edad se produce una pérdida de fibras olfatorias. Por ello, las personas de edad avanzada tienen una agudeza olfatoria menor, debido a la disminución progresiva del número de neuronas receptoras olfatorias en el epitelio olfatorio. La principal manifestación de muchas personas con anosmia es la pérdida o alteración del gusto; sin embargo, los estudios clínicos revelan que, en casi todas las personas, la disfunción se encuentra en el sistema olfatorio (Sweazey, 2005). Esto se explica porque muchas personas confunden el sabor con el aroma. El trastorno olfatorio transitorio ocurre como resultado de una *rinitis* (inflamación de la mucosa nasal) vírica o *alérgica.*

Para explorar el sentido del olfato, se vendan los ojos al sujeto y se le pide que identifique olores comunes, como café recién molido que se coloca junto a los orificios nasales externos (narinas). Se tapa una narina y los ojos están cerrados. Como la anosmia suele ser unilateral, se explora cada narina por separado. Cuando la pérdida de olfato es unilateral, el sujeto puede no ser consciente de ella si no se explora clínicamente.

La lesión de la mucosa nasal, de fibras del nervio olfatorio, de los bulbos olfatorios o de los tractos olfatorios también puede afectar al olfato. En los traumatismos craneoencefálicos graves, los bulbos olfatorios pueden ser arrancados de los nervios olfatorios; en otros casos, algunas fibras del nervio olfatorio pueden desgarrarse cuando pasan a través de la *lámina cribosa fracturada.* Si se rompen todos los haces nerviosos de un lado, se produce una pérdida completa del olfato en ese lado; en consecuencia, la anosmia puede ser un indicio de una fractura de la base del cráneo y de *rinorrea* (salida de líquido a través de la nariz) de líquido cefalorraquídeo.

Los tumores y/o abscesos del lóbulo frontal del cerebro y los tumores de las meninges (*meningioma*) en la fosa craneal anterior también pueden provocar anosmia al comprimir el bulbo y/o el tracto olfatorio (Bruce *et al.*, 2005).

TABLA 9-6. RESUMEN DE LAS LESIONES DE LOS NERVIOS CRANEALES

Nervio	Tipos y/o localizaciones de las lesiones	Hallazgos anormales
NC I	Fractura de la lámina cribosa	Anosmia (pérdida del olfato); rinorrea de líquido cefalorraquídeo
NC II	Traumatismo directo en la órbita o el globo ocular; fractura que afecta al conducto óptico	Pérdida de la contracción pupilar
	Compresión de la vía óptica; laceración o coágulo intracerebral en los lóbulos temporal, parietal u occipital del cerebro	Defectos en los campos visuales
NC III	Compresión del nervio por una hernia del uncus; fractura que afecta al seno cavernoso; aneurismas	Pupila dilatada; ptosis; ojo rotado hacia abajo y afuera; se perderá el reflejo pupilar en el lado de la lesión
NC IV	Estiramiento del nervio a lo largo de su recorrido por el tronco del encéfalo; fractura de la órbita	Incapacidad para mirar hacia abajo cuando el ojo está aducido
NC V	Lesión de los ramos terminales (particularmente NC V_2) en el techo del seno maxilar; procesos patológicos que afectan al ganglio del trigémino	Pérdida de las sensaciones dolorosas y táctiles; parestesias; falta de contracción de los músculos maseteros y temporales; desviación de la mandíbula hacia el lado de la lesión al abrir la boca
NC VI	Base del encéfalo o fracturas que afectan al seno cavernoso o a la órbita	El ojo no puede moverse lateralmente; diplopía en la mirada lateral
NC VII	Laceración o contusión en la región parotídea	Parálisis de los músculos faciales; no se puede cerrar el ojo; caída del ángulo de la boca; no se forman arrugas en la frente
	Fractura del hueso temporal	Como arriba, más afectación asociada del nervio coclear y la cuerda del tímpano; sequedad de la córnea; pérdida de gusto en los dos tercios anteriores de la lengua
	Hematoma intracraneal («ictus»)	Arrugas en la frente debido a la inervación bilateral del músculo frontal; aparte de eso, parálisis de los músculos faciales contralaterales
NC VIII	Tumor del nervio (neurinoma del acústico)	Pérdida progresiva de audición unilateral; acúfenos (ruidos en el oído)
NC IX	Lesión del tronco del encéfalo o laceración profunda del cuello	Pérdida del gusto en el tercio posterior de la lengua; pérdida de sensibilidad en el paladar blando del lado afectado
NC X	Lesión del tronco del encéfalo o laceración profunda del cuello	Caída del paladar blando; desviación de la úvula hacia el lado sano; ronquera debido a la parálisis del pliegue (cuerda) vocal
NC XI	Laceración del cuello	Parálisis del esternocleidomastoideo y de las fibras superiores del trapecio: caída del hombro
NC XII	Laceración del cuello; fracturas de la base del cráneo	La lengua protruida se desvía hacia el lado afectado; disartria moderada (trastorno de la articulación del lenguaje)

Alucinaciones olfatorias

Ocasionalmente, las lesiones del lóbulo temporal del hemisferio cerebral pueden cursar con *alucinaciones olfatorias* (falsas percepciones de olores). Una lesión que irrite el área olfatoria lateral (profunda al uncus) puede provocar *epilepsia del lóbulo temporal* o «crisis uncinadas», que se caracterizan por olores desagradables imaginarios y movimientos involuntarios de los labios y la lengua.

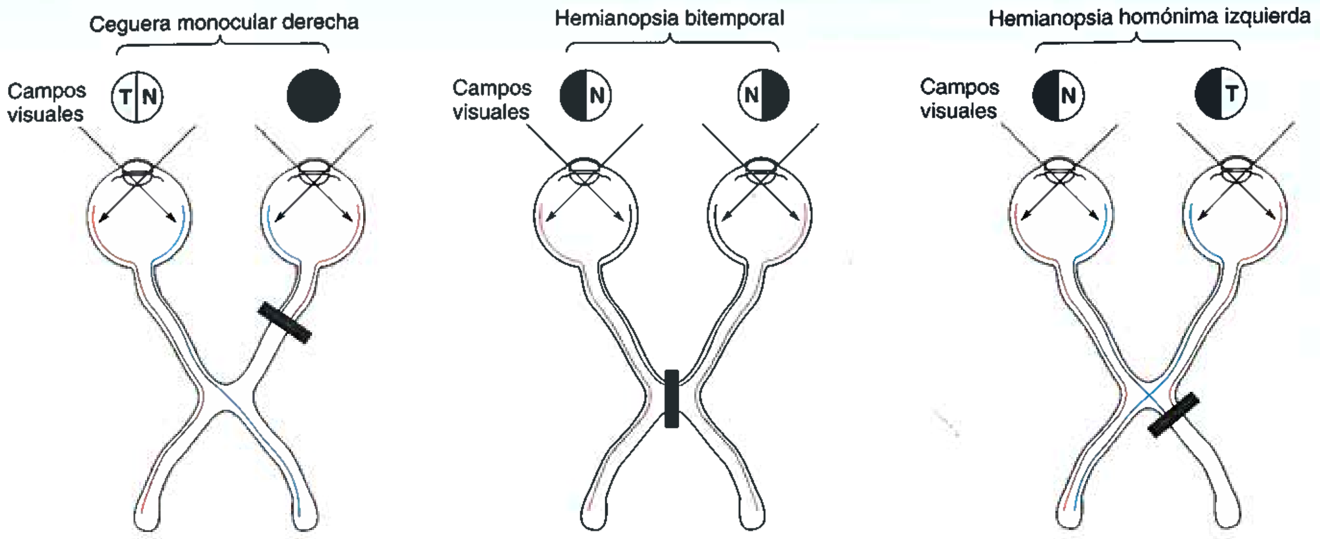
NERVIO ÓPTICO

Enfermedades desmielinizantes y nervio óptico

Debido a que los nervios ópticos son realmente tractos del SNC, la vaina de mielina que rodea las fibras, desde el punto en que penetran en la esclera, está formada por oligodendrocitos (células de la glia) en vez de por neurilema (células de Schwann), como los otros nervios craneales o espinales del sistema nervioso parasimpático (SNP). Por tanto, los nervios ópticos pueden sufrir los efectos de enfermedades desmielinizantes del SNC, como la *esclerosis múltiple*, que no suele afectar a otros nervios del SNP.

Neuritis óptica

La *neuritis óptica* hace referencia a lesiones del nervio óptico que provocan una disminución de la agudeza visual, afectando o no a los campos visuales periféricos (Lange *et al.*, 2005). La neuritis óptica puede estar causada por trastornos inflamatorios, degenerativos, desmielinizantes o tóxicos. La papila óptica tiene un aspecto pálido y es más pequeña de lo normal en el examen oftalmoscópico. Muchas sustancias tóxicas (p. ej., alcohol metílico y etílico, tabaco, plomo y mercurio) también pueden lesionar el nervio óptico.



Sección del nervio óptico derecho

Sección del quiasma óptico

Sección del tracto óptico derecho

FIGURA C9-1.

Trastornos del campo visual

Los trastornos del campo visual son consecuencia de lesiones que afectan a diferentes partes de la vía óptica. El tipo de trastorno depende del punto en que se interrumpe la vía (fig. C9-1):

- La sección completa del nervio óptico provoca ceguera en los campos visuales temporal (*T*) y nasal (*N*) del lado homolateral (en *negro* en la figura).
- La sección completa del quiasma óptico reduce la visión periférica y causa *hemianopsia bitemporal*, la pérdida de visión de una mitad del campo visual de ambos ojos.
- La sección completa del tracto óptico derecho en la línea media elimina la visión de los campos visuales temporal izquierdo y nasal derecho. Una lesión del tracto óptico derecho o izquierdo causa una hemianopsia homónima contralateral, en la cual la pérdida visual se da en campos similares. Ésta es la forma más frecuente de trastorno del campo visual y se observa con frecuencia en pacientes con ictus (Swartz, 2002).

Los trastornos visuales provocados por la compresión de las vías ópticas, como por tumores de la hipófisis o aneurismas saculares de las arterias carótidas internas (v. cap. 7), pueden producir únicamente parte de las pérdidas de visión que hemos descrito. Es posible que los pacientes no sean conscientes de las alteraciones de su campo visual hasta que la enfermedad está avanzada, ya que las lesiones que afectan a las vías ópticas suelen desarrollarse insidiosamente.

NERVIO OCULOMOTOR

Lesiones del nervio oculomotor

La lesión del NC III produce una *parálisis oculomotora homolateral*, que se resume en la tabla 9-6 y se aborda detalladamente en el capítulo 7.

Compresión del nervio oculomotor

El aumento rápido de la presión intracraneal (p. ej., por un hematoma extradural) comprime a menudo el NC III contra el borde superior de la porción petrosa del temporal. Como las fibras autónomas del NC III son superficiales, son las primeras en afectarse. En consecuencia, la pupila se dilata progresivamente en el lado lesionado. Por ello, el primer signo de compresión del NC III es una lentificación de la respuesta a la luz de la pupila homolateral.

Aneurisma de la arteria cerebral posterior o de la arteria cerebelosa superior

Un aneurisma de una arteria cerebral posterior o cerebelosa superior también puede ejercer presión sobre el NC III cuando pasa entre estos vasos. Los efectos de dicha compresión dependen de su intensidad. Debido a que el NC III se sitúa en la pared lateral del seno cavernoso, las lesiones o las infecciones de éste también pueden afectarle.

NERVIO TROCLEAR

El NC IV raramente se paraliza solo. La lesión del NC IV o de su núcleo causa parálisis del oblicuo superior y altera la capacidad para rotar inferomedialmente el globo ocular afectado. El nervio puede desgarrarse por un traumatismo craneoencefálico grave debido a su largo trayecto intracraneal. El signo característico de la lesión del nervio troclear es la *diplopía* (visión doble) al mirar hacia abajo. La diplopía se produce debido a que el músculo oblicuo superior ayuda normalmente al recto inferior en el descenso de la pupila (dirigiendo la mirada hacia abajo), y también es el único músculo que lo hace cuando la pupila está aducida. Además, como el oblicuo superior es el principal músculo que produce intorsión del globo ocular, el principal músculo que produce la extorsión (el oblicuo inferior) no tiene oposición cuando el oblicuo superior está paralizado. De este modo, la dirección de la mirada y la rotación del globo ocular en torno a su eje anteroposterior es diferente en los dos ojos cuando se intenta mirar hacia abajo, sobre todo cuando se hace medialmente. El paciente puede compensar la diplopía inclinando la cabeza anterior y lateralmente hacia el lado del ojo no afectado.

NERVIO TRIGÉMINO

Lesión del nervio trigémino

El NC V puede lesionarse por traumatismos, tumores, aneurismas o infecciones meníngeas (Lange *et al.*, 2005). A veces puede verse afectado en la poliomielitis y en polineuropatías generalizadas, un trastorno que afecta a varios nervios. Los núcleos sensitivos y motores del puente y la médula oblongada pueden ser destruidos por tumores o lesiones vasculares intrabulbares. En la esclerosis múltiple puede producirse una lesión aislada del tracto espinal del trigémino. La lesión del NC V causa:

- Parálisis de los músculos masticadores con desviación de la mandíbula hacia el lado de la lesión (tabla 9-6).
- Pérdida de la capacidad para apreciar las sensibilidades táctil fina y térmica, o las sensaciones dolorosas en la cara.
- Pérdida del reflejo corneal (parpadeo en respuesta al roce de la córnea) y del reflejo del estornudo (que limpia las vías respiratorias en respuesta a irritantes).

Entre las causas frecuentes de embotamiento facial se encuentran traumatismos dentales, *herpes zóster oftálmico* (una infección provocada por un herpesvirus), traumatismos craneoencefálicos, tumores de cabeza y cuello, tumores intracraneales y neuropatía idiopática del trigémino (una enfermedad del nervio de causa desconocida).

La *neuralgia del trigémino* (tic doloroso), la principal enfermedad que afecta a la raíz sensitiva del NC V, produce un dolor lancinante, episódico, que generalmente está restringido a las áreas inervadas por los nervios maxilar y/o mandibular del NC V. Este trastorno se comenta en detalle en el capítulo 7.

Anestesia dental

Normalmente, para bloquear el dolor durante las intervenciones en los dientes se inyectan anestésicos. El NC V tiene una gran importancia en odontología, ya que es el nervio sensitivo de la cabeza e inerva los dientes y la mucosa de la cavidad bucal. Como los nervios alveolares superiores (ramos del NC V_2) no son accesibles, los dientes maxilares se anestesian localmente inyectando el agente en los tejidos que rodean las raíces de los dientes y dejando que la solución infiltre el tejido hasta alcanzar los ramos nerviosos terminales (dentarios) que entran en las raíces. En cambio, el nervio alveolar inferior (NC V_3) es fácilmente accesible y tal vez sea el nervio que se anestesia con mayor frecuencia que ningún otro nervio. Este procedimiento se comenta en el cuadro azul «Bloqueo del nervio alveolar inferior» en el capítulo 7.

NERVIO ABDUCENS

Debido a que el NC VI tiene un largo recorrido intracraneal, a menudo sufre estiramientos cuando aumenta la presión intracraneal, en parte a causa del giro brusco que realiza sobre el borde superior de la porción petrosa del temporal después de perforar la duramadre. Una lesión expansiva, como un tumor cerebral, puede comprimir el NC VI y causar parálisis del músculo recto lateral. La parálisis completa del NC VI causa desviación medial del ojo afectado, es decir, éste queda totalmente aducido debido a la acción sin oposición del recto medial, lo que hace que el paciente sea incapaz de abducir el ojo. La *diplopía* se presenta en todas las direcciones de movimiento del globo ocular, excepto en la mirada hacia el lado opuesto de la lesión. La parálisis del NC VI también puede deberse a:

- Un aneurisma del círculo arterial del cerebro (en la base del encéfalo) (v. cap. 7).
- Presión provocada por una arteria carótida interna ateroesclerótica en el seno cavernoso, donde el NC VI se relaciona estrechamente con dicha arteria.
- Trombosis séptica del seno secundaria a una infección de las cavidades nasales y/o los senos paranasales.

NERVIO FACIAL

Entre los nervios motores, el NC VII es el nervio craneal que con más frecuencia se paraliza. En función de la parte del nervio afectada, la lesión del NC VII puede causar parálisis de los músculos faciales sin pérdida del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua, o secreción alterada de las glándulas lagrimal y salivares.

Una *lesión del NC VII cerca de su origen* o cerca del ganglio geniculado se acompaña de pérdida de las funciones motora, gustativa y autónoma. La parálisis motora de los músculos faciales afecta las porciones superior e inferior de la cara en el lado homolateral.

Una *lesión central del NC VII* (lesión del SNC) provoca parálisis de los músculos de la porción inferior de la cara en el lado contralateral. Sin embargo, no se aprecia afectación en la formación de arrugas en la frente, ya que está inervada bilateralmente. Las lesiones entre el ganglio geniculado y el origen de la cuerda del tímpano tienen los mismos efectos que una lesión próxima al ganglio, sólo que la secreción lagrimal no está afectada. Como pasa a través del conducto del nervio facial en el hueso temporal, el NC VII es vulnerable a la compresión cuando una infección vírica produce inflamación (neuritis vírica) y edema del nervio justo antes de que éste emerja por el agujero estilomastoideo.

Como los ramos del NC VII son superficiales, son vulnerables ante lesiones por heridas de arma blanca o de fuego, cortes y traumatismos del parto. Es frecuente que se lesione el NC VII en las fracturas del hueso temporal, y el cuadro suele detectarse inmediatamente después de que se produzca la lesión. El NC VII también puede verse afectado por tumores encefálicos y del cráneo, aneurismas, infecciones meníngeas y herpesvirus. Aunque las lesiones del NC VII provocan parálisis de los músculos faciales, los déficit sensitivos en la pequeña región cutánea de la cara posteromedial del pabellón auditivo y alrededor de la abertura del conducto auditivo externo son muy poco frecuentes. De forma parecida, la audición no suele verse afectada, aunque el oído puede volverse más sensible a las frecuencias bajas si el músculo estapedio (inervado por el NC VII) está paralizado; este músculo atenúa la vibración del estribo (v. cap. 7).

La *parálisis de Bell* es una parálisis facial unilateral de aparición súbita como resultado de una lesión del NC VII. Este síndrome se ilustra y describe detalladamente en el capítulo 7.

NERVIO VESTIBULOCOCLEAR

Lesiones del nervio vestibulococlear

Aunque los nervios vestibular y coclear son esencialmente independientes, a menudo las lesiones periféricas producen efectos clínicos coincidentes debido a su estrecha relación. Por ello, las lesiones del NC VIII pueden causar *acúfenos* (ruidos o zumbidos en los oídos), *vértigo* (pérdida del equilibrio) y empeoramiento o pérdida de la audición. Las lesiones centrales pueden afectar tanto a la división coclear como a la vestibular del NC VIII.

Sordera

Hay dos tipos de sordera (pérdida de audición): *sordera de conducción*, que afecta el oído externo o el medio (p. ej., la otitis media, inflamación en el oído medio), y *sordera neurosensorial*, causada por trastornos en la cóclea o en la vía desde la cóclea al encéfalo.

Neurinoma del acústico

El *neurinoma del acústico* (neurofibroma) es un tumor benigno de crecimiento lento de las células del neurilema (de Schwann). El tumor se inicia en el nervio vestibular mientras éste se encuentra en el conducto auditivo interno. El síntoma inicial de un neurinoma del acústico suele ser la pérdida de audición. En aproximadamente el 70 % de los pacientes se producen problemas de equilibrio (afectación del sentido del equilibrio) y acúfenos (Bruce *et al.*, 2005).

Traumatismos y vértigo

Las personas que han sufrido traumatismos craneoencefálicos suelen experimentar cefaleas, mareos, vértigo y otras manifestaciones postraumáticas. El *vértigo* es una alucinación de movimiento de la persona o de lo que le rodea (Wazen, 2005). A menudo consiste en sensaciones rotatorias, pero también puede percibirse como una oscilación hacia atrás y adelante, o provocar caídas. Estos síntomas, que suelen acompañarse de náuseas y vómitos, se deben generalmente a una lesión periférica del nervio vestibular.

NERVIO GLOSOFARÍNGEO

Lesiones del nervio glosofaríngeo

Las lesiones aisladas del NC IX o sus núcleos son poco frecuentes y no están asociadas a déficit perceptibles (Lange *et al.*, 2005). El gusto está ausente en el tercio posterior de la lengua y el reflejo faríngeo falta en el lado de la lesión. La debilidad homolateral puede producir una alteración importante en la deglución.

Las lesiones del NC IX producidas por infección o tumores están acompañadas, generalmente, de signos de afectación de los nervios adyacentes. Como los NC IX, X y XI pasan a través del agujero yugular, los tumores en esa región producen parálisis múltiple de los nervios craneales, el *síndrome del agujero yugular*. El dolor en el territorio de distribución del NC IX puede asociarse a la afectación del nervio por un tumor del cuello.

Neuralgia del glosofaríngeo

La neuralgia del glosofaríngeo (tic glosofaríngeo) es poco frecuente y su causa es desconocida. Se produce una brusca intensificación del dolor, de tipo urente o lancinante. Estos paroxismos dolorosos suelen desencadenarse al tragar, protruir la lengua, hablar o tocar la tonsila palatina (Lange *et al.*, 2005). Se producen paroxismos dolorosos al comer, cuando se estimulan las áreas gatillo.

NERVIO VAGO

Las lesiones aisladas del NC X son infrecuentes. La lesión de los ramos faríngeos del NC X provoca *disfagia* (dificultad para deglutir). Las lesiones del nervio laríngeo superior producen anestesia de la parte superior de la laringe y parálisis del músculo cricotiroideo (v. cap. 8). La voz es débil y se cansa fácilmente. La lesión de un nervio laríngeo recurrente puede estar causada por aneurismas del arco de la aorta o producirse en el curso de una intervención quirúrgica en el cuello. La lesión del nervio laríngeo recurrente provoca ronquera y *disfonía* (dificultad para hablar) debido a la parálisis de los pliegues (cuerdas) vocales. La parálisis de ambos nervios laríngeos recurrentes causa *afonía* (pérdida de voz) y *estridor respiratorio* (un ruido respiratorio áspero, agudo). La parálisis de los nervios laríngeos recurrentes suele deberse a neoplasias de la laringe y la glándula tiroides, y/o a lesiones producidas durante intervenciones quirúrgicas en la glándula tiroides, el cuello, el esófago, el corazón y los pulmones. Debido a su recorrido más largo, las lesiones del nervio laríngeo recurrente izquierdo son más frecuentes que las del derecho. Las lesiones proximales del NC X afectan también los nervios faríngeos y laríngeo superior, y causan dificultades para la deglución y el habla.

NERVIO ACCESORIO

Debido a su trayecto casi subcutáneo por la región cervical posterior, el NC IX puede lesionarse durante intervenciones quirúrgicas como una biopsia de un nódulo linfático, la cateterización de la vena yugular interna y la endoarterectomía carotídea (v. cap. 8).

NERVIO HIPOGLOSO

La lesión del NC XII paraliza la mitad homolateral de la lengua. Después de un tiempo, la lengua se atrofia y se muestra encogida y arrugada. Cuando se protruye la lengua, el vértice se desvía hacia el lado paralizado debido a la acción sin oposición del músculo geniogloso en el lado normal de la lengua (v. cap. 7).

Las referencias bibliográficas y las lecturas recomendadas se encuentran en el Apéndice A y en la página de Internet http://thepoint.lww.com/espanol-moore, donde el estudiante encontrará también algunas herramientas adicionales, como preguntas similares a las del examen UMSLE, estudios de casos, imágenes, ¡y mucho más!

APÉNDICE A

Referencias bibliográficas y lecturas recomendadas

INTRODUCCIÓN

Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 17th ed. Philadelphia, Saunders, 2004.

Bergman RA, Thompson SA, Afifi AK, Saadeh FA: *Compendium of Human Anatomic Variation: Text, Atlas, and World Literature.* Baltimore, Urban & Schwarzenberg, 1988. This useful source has been updated and is available from the Virtual Hospital's Web site *Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation* at www.vh.org/Providers/Textbooks/AnatomicVariants/AnatomyHP.html, 2008.

Cormack DH: *Essential Histology*, 2nd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

Cotran RS, Kumar V, Collins T: *Robbin's Pathologic Basis of Disease*, 6th ed. Philadelphia, Saunders, 1999.

Federative Committee on Anatomical Terminology: *Terminologia Anatomica: International Anatomical Nomenclature.* Stuttgart, Thieme, 1998.

Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience*, 2nd ed. New York, Churchill Livingstone, 2002.

Hutchins JB, Naftel JP, Ard MD: The cell biology of neurons and glia. *In* Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience*, 2nd ed, New York, Churchill Livingstone, 2002.

Keegan JJ, Garrett FD: The segmental distribution of the cutaneous nerves in the limbs of man. *Anat Rec* 102:409, 1948.

Maklad A, Quinn T, Fritsch B: Intracranial distribution of the sympathetic system in mice: DiI tracing and immunocytochemical labeling. *Anat Rec* 263:99, 2001.

Marieb E: *Human Anatomy and Physiology*, 6th ed. Menlo Park, CA, Benjamin/Cummings, 2004.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

O'Rahilly R: Making planes plain. *Clin Anat* 10:129, 1997.

Ross MH, Kaye G, Pawlina W: *Histology. A Text and Atlas*, 5th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

Salter RB: *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1998.

Stedman's Medical Dictionary, 28th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis, History and Examination*, 4th ed. Philadelphia, Saunders, 2001.

Willis MC: *Medical Terminology: The Language of Health Care.* Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1995.

Wilson-Pauwels L, Stewart PA, Akesson E: *Autonomic Nerves: Basic Science, Clinical Aspects, Case Studies.* Hamilton, ON, Decker, 1997.

CAPÍTULO 1

Ahya SN, Flood K, Paranjothi S: *Washington Manual of Medical Therapeutics*, 30th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 16th ed. Philadelphia, Saunders, 2000.

Bergman RA, Thompson SA, Afifi AK, Saadeh FA: *Compendium of Human Anatomic Variation: Text, Atlas, and World Literature.* Baltimore, Urban & Schwarzenberg, 1988. This useful source has been updated and is available from the Virtual Hospital's Web site Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation at www.vh.org/Providers/Textbooks/AnatomicVariants/AnatomyHP.html (accessed May 2004).

Creasy RK, Resnik R: *Maternal-Fetal Medicine*, 4th ed. Philadelphia, Saunders, 1999.

Goroll AH: *Primary Care Medicine: Office Evaluation and Management of the Adult Patient*, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Hardy SGP, Naftel JP: Viscerosensory pathways. *In* Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience*, 2nd ed. New York, Churchill Livingstone, 2001.

Kumar V: *Robbins & Cotran Pathological Basis of Disease*, 7th ed. Philadelphia, Saunders, 2004.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human. Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Rosen P: *Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*, 6th ed. St. Louis, Mosby (Elsevier), 2005.

Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Slaby FJ, McCune SK, Summers RW: *Gross Anatomy in the Practice of Medicine*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994.

Standring S (Editor-in-Chief): *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Medicine and Surgery*, 39th British ed. London, Churchill Livingstone/Elsevier, 2004.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis, History and Examination*, 5th ed. Philadelphia, Saunders, 2005.

Torrent-Guasp F, Buckberg GD, Clemente C, Cox JL, Coghlan HC, Gharib M: The structure and function of the helical heart and its buttress wrapping. I. The normal macroscopic structure of the heart. *Semin Thoracic Cardiovasc Surg* 13:301–319, 2001.

Vilensky JA, Baltes M, Weikel L, Fortin JD, Fourie LJ: Serratus posterior muscles: Anatomy, clinical relevance, and function. *Clin Anat* 14:237–241, 2001.

Wilson-Pauwels L, Stewart PA, Akesson EJ: *Autonomic Nerves—Basic Science, Clinical Aspects, Case Studies*. Hamilton, ON, Canada, Decker, 1997.

CAPÍTULO 2

Agur AMR, Dalley AF: *Grant's Atlas of Anatomy*, 12th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2009.

Bickley LS, Szilagyi PG: *Bates' Guide to Physical Examination and History Taking*, 9th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Cantlie J: On a new arrangement of the right and left lobes of the liver. *J Anat Physiol (Lond)* 32:iv, 1898.

Cheng YF, Huang TL, Chen CL, et al.: Variations of the middle and inferior right hepatic vein: Application in hepatectomy. *J Clin Ultrasound* 25:175, 1997.

Ellis H: *Clinical Anatomy*, 11th ed. Blackwell Scientific, London 2006.

Fruchaud H: Anatomie chirurgicales des hernies de l'aine. Paris, Doin, 1956. [Cited in Skandalakis LJ, Gadacz TR, Mansberger AR Jr, Mitchell WE Jr, Colborn GL, Skandalakis JE: *Modern Hernia Repair: The Embryological and Anatomical Basis of Surgery*. New York, Parthenon, 1996.]

Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF (eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 18th ed. Philadelphia, Saunders, 2007.

Kumar V, Abbas AK, Fausto N: *Robbins Pathological Basis of Disease*, 7th ed. Philadelphia, Saunders, 2005.

Magee DF, Dalley AF: *Digestion and the Structure and Function of the Gut* [Karger Continuing Education Series, Vol. 8]. Basel, Karger, 1986.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human. Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Moore KL, Persaud TVN, Shiota K: *Color Atlas of Clinical Embryology*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 2000.

Rosse C, Gaddum-Rosse P: *Hollinshead's Textbook of Anatomy*, 5th ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997.

Sabiston DC Jr, Lyerly H (eds): *Sabiston Essentials of Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1994.

Skandalakis JE, Skandalakis PN, Skandalakis LJ: *Surgical Anatomy and Technique. A Pocket Manual.* New York, Springer-Verlag, 1995.

Skandalakis LJ, Gadacz TR, Mansberger AR Jr, Mitchell WE Jr, Colborn GL, Skandalakis JE: *Modern Hernia Repair. The Embryology of Anatomical Basis of Surgery.* New York, Parthenon, 1996.

Standring S (ed.): *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, 39th British ed. New York, Churchill Livingstone, 2004.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis, History and Examination*, 5th ed. Philadelphia, Saunders, 2006.

Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL: *Sabiston Textbook of Surgery*, 17th ed. Philadelphia, Saunders, 2004.

CAPÍTULO 3

Copeland LJ (ed): *Textbook of Gynecology*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 2000.

Federative International Committee on Anatomical Terminology [FICAT]: *Terminologia Anatomica: International Anatomical Nomenclature*, Stuttgart, Thieme, 1998.

Gabbe SG, Simpson JL, Niebyl JR, et al.: *Obstetrics—Normal and Problem Pregnancies*, 5th ed. New York, Churchill Livingstone, 2007.

Krebs H-B: Premalignant lesions of the cervix. *In* Copeland LJ (ed): *Textbook of Gynecology*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 2000.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human. Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Morris M, Burke TW: Cervical cancer. *In* Copeland LJ (ed): *Textbook of Gynecology*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 2000.

Myers RP, Cahill DR, Devine RM, King BF: Anatomy of radical prostatectomy as defined by magnetic resonance imaging. *J Urol* 159:2148, 1998a.

Myers RP, King BF, Cahill DR: Deep perineal "space" as defined by magnetic resonance imaging. *Clin Anat* 11:132, 1998b.

Oelrich TM: The urethral sphincter muscle in the male. *Am J Anat* 158:229, 1980.

Oelrich TM: The striated urogenital sphincter muscle in the female. *Anat Rec* 205:223, 1983.

Wendell-Smith CP: Muscles and fasciae of the pelvis. *In* Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dussek JE, Fergusson MWJ (eds): *Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Medicine and Surgery*, 38th ed. Edinburgh, Churchill-Livingstone, 1995.

CAPÍTULO 4

Bergman RA, Thompson SA, Afifi AK, Saadeh FA: *Compendium of Human Anatomic Variation. Text, Atlas, and World Literature.* Baltimore, Urban & Schwarzenberg, 1988. This useful source has been updated and is available from the Virtual Hospital's Web site *Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation* at www.vh.org/Providers/Textbooks/AnatomicVariants/AnatomyHP.html, 2008.

Bogduk N: *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*, 4th ed. London: Churchill Livingstone (Elsevier), 2005.

Bogduk N, Macintosh JE: Applied anatomy of the thoracolumbar fascia. *Spine* 9:164, 1984.

Buxton DF, Peck D: Neuromuscular spindles relative to joint movement complexities. *Clin Anat* 2:211, 1989.

Crockard HA, Heilman AE, Stevens JM: Progressive myelopathy secondary to odontoid fractures: Clinical, radiological, and surgical features. *J Neurosurg* 78:579, 1993.

Duray SM, Morter HB, Smith FJ: Morphological variation in cervical spinous processes: potential applications in the forensic identification of race from the skeleton. *J Forensic Sci* 44(5):937–944, 1999.

Dvorak J, Schneider E, Saldinger P, Rahn B: Biomechanics of the craniovertebral region: The alar and transverse ligaments. *J Orthop Res* 6:452, 1988.

Greer M: Structural malformations. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone (Elsevier), 2006.

McCormick PC: Intervertebral discs and radiculopathy. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

McCormick PC, Fetell MR, Roland LP: Spinal tumors. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Mercer S, Bogduk N: The ligaments and anulus fibrosus of human adult cervical intervertebral discs. Spine 24:619–628, 1999.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Murray MJ, Bower TC, Carmichael SW: Anatomy of the anterior spinal artery in pigs. *Clin Anat* 5:452, 1992.

O'Rahilly R: *Gardner-Gray-O'Rahilly Anatomy. A Regional Study of Human Structures*, 5th ed. Philadelphia, Saunders, 1986.

Rickenbacher J, Landolt AM, Theiler K: *Applied Anatomy of the Back.* New York: Springer Verlag, 1985.

Rowland LP, McCormick PC: Lumbar spondylosis. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Standring S (ed.): *Gray's Anatomy*, 39th British ed. New York, Churchill Livingstone, 2004.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis. History and Examination*, 5th ed. Philadelphia, Saunders (Elsevier), 2006.

Vilensky JA, Baltes M, Weikel L, Fortin JD, Fourie LJ: Serratus posterior muscles: Anatomy, clinical relevance, and function. *Clin Anat* 14:237, 2001.

Yochum TR, Rowe LJ: *Essentials of Skeletal Radiology*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2004.

CAPÍTULO 5

Anderson MK, Hall SJ, Martin M: *Sports Injury Management*, 2nd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Clay JH, Pounds DM: *Basic Clinical Message Therapy: Integrating Anatomy and Treatment*, 2nd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Foerster O: The dermatomes in man. *Brain* 56:1, 1933.

Ger R, Sedlin E: The accessory soleus muscle. *Clin Orthop* 116: 200, 1976.

Hamill J, Knutzen KM: *Biomechanical Basis of Human Movement*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Jenkins DB: *Hollinshead's Functional Anatomy of the Limbs and Back*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2002.

Kapandji IA: *The Physiology of the Joints, Vol. 2. Lower Limb*, 5th ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1987.

Keegan JJ, Garrett FD: The segmental distribution of the cutaneous nerves in the limbs of man. *Anat Rec* 102:409, 1948.

Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers M, Romani W: *Muscles: Testing and Function with Posture and Gait*, 5th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Markhede G, Stener G: Function after removal of various hip and thigh muscles for extirpation of tumors. *Acta Orthop Scand* 52:373, 1981.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human. Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Palastanga N, Field D, Soames R: *Anatomy and Human Movement*, 4th ed. Oxford, Butterworth-Heinemann, 2002.

Rancho Los Amigos National Rehabilitation Center Pathokinesiology Service and Physical Therapy Department: *Observational Gait Analysis.* Downey, CA, Los Amigos Research and Education Institute, Inc., 2001.

Rose J, Gamble JG: *Human Walking*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Salter RB: *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

Soderberg GL: *Kinesiology: Application to Pathological Motion*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1986.

Standring S (ed.): *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, 39th British ed. New York, Churchill Livingstone, 2004.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis*, 5th ed. Philadelphia, Saunders, 2006.

CAPÍTULO 6

Anderson MK, Hall SJ, Martin, M: *Sports Injury Management*, 2nd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Bergman RA, Thompson SA, Afifi AK, Saadeh FA: *Compendium of Human Anatomic Variation: Text, Atlas, and World Literature*. Baltimore, Urban & Schwarzenberg, 1988. This useful source has been updated and is available from the Virtual Hospital's website *Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation* at www.vh.org/Providers/Textbooks/AnatomicVariants/AnatomyHP.html.

Foerster O: The dermatomes in man. *Brain* 56:1, 1933.

Ger R, Abrahams P, Olson T: *Essentials of Clinical Anatomy*, 2nd ed. New York, Parthenon, 1996.

Halpern BC: Shoulder injuries. *In* Birrer RB, O'Connor FG (eds): *Sports Medicine for the Primary Care Physician*, 3rd ed. Boca Raton, FL, CRC Press, 2004.

Hamill J, Knutzen KM: *Biomechanical Basis of Human Movement*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Keegan JJ, Garrett FD: The segmental distribution of the cutaneous nerves in the limbs of man. *Anat Rec* 102:409, 1948.

Leonard LJ (Chair), Educational Affairs Committee, American Association of Clinical Anatomists: The clinical anatomy of several invasive procedures. *Clin Anat* 12:43, 1999.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Salter RB: *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System*, 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

CAPÍTULO 7

Bernardini GL: Focal infections. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Brust JCM: Coma. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Corbett JJ, Haines DE, Ard MD: The ventricles, choroid plexus, and cerebrospinal fluid. *In* Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 2006.

Fishman RA: Brain edema and disorders of intracranial pressure. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 10th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005a.

Fishman RA: Cerebral veins and sinuses. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005b.

Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 2006.

Haines DE: *Neuroanatomy: An Atlas of Structures, Sections, and Systems*, 7th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Haines DE, Harkey HL, Al-Mefty O: The "subdural" space: A new look at an outdated concept. *Neurosurgery* 32:111, 1993.

Kiernan JA: *Barr's The Human Nervous System: An Anatomical Viewpoint*, 9th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB and Stanton BF (eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 18th ed. Philadelphia, Saunders (Elsevier), 2007.

Jubelt B: Bacterial infections. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders (Elsevier), 2008.

Olson TR, Abrahams PR, Ger R: *Ger's Essentials of Clinical Anatomy*, 3rd ed. New York, Cambridge University Press, 2009.

Raskin NH: Headache. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Sacco RL: Pathogenesis, classification, and epidemiology of cerebrovascular disease. *In* Rowland LP (ed). *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Standring S (ed.): *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, 39th British ed. Edinburgh, UK, Churchill Livingstone, 2004.

Storper IS: Ménière disease. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis. History and Examination*, 5th ed. Philadelphia, Saunders (Elsevier), 2006.

CAPÍTULO 8

Agur AMR, Dalley AF: *Grant's Atlas of Anatomy*, 12th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2009.

Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 16th ed. Philadelphia, Saunders, 2000.

Bickley LS, Szilagyi PG: *Bates' Guide to Physical Examination and History Taking*, 9th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Fahn S, Bressman SB: Dystonia. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Ger R, Abrahams P, Olson TR: *Essentials of Clinical Anatomy*, 2nd ed. New York, Parthenon, 1996.

Hirsch LJ, Ziegler DK, Pedley TA: Syncope, seizures and their mimics. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, and Stanton BF (eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 18th ed. Philadelphia, Saunders (Elsevier), 2007.

Lachman N, Acland RD, Rosse C: Anatomical evidence for the absence of a morphologically distinct cranial root of the accessory nerve in man. *Clin Anat* 15:4–10, 2002.

Leung AKC, Wong AL, Robson WLLM: Ectopic thyroid gland simulating a thyroglossal duct cyst: A case report. *Can J Surg* 38:87, 1995.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Norton JA, Wells SA Jr: The parathyroid glands. *In* Sabiston DC Jr, Lyerly HK (eds): *Sabiston Essentials of Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1994.

Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005A.

Rowland LP: Diagnosis of pain and paresthesias. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005B.

Sabiston DC Jr, Lyerly H: *Sabiston Essentials of Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1994.

Sacco RL: Pathogenesis, classification, and epidemiology of cerebrovascular disease. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Scher RL, Richtsmeier WJ: Otolaryngology: Head and neck surgery. *In* Sabiston DC Jr, Lyerly HK (eds): *Sabiston Essentials of Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1994.

Sinkinson CA: The continuing saga of penetrating neck injuries. *Emerg Med* 12:135, 1991.

Skandalakis JE, Skandalakis PN, Skandalakis LJ: *Surgical Anatomy and Technique. A Pocket Manual*. New York, Springer-Verlag, 1995.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis: History and Examination*, 5th ed. Philadelphia, Saunders, 2006.

Standring S (ed.): *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, 39th British ed. New York, Churchill Livingstone, 2004.

Weiglein AH, Morrigl B, Schalk C, et al.: Arteries in the posterior cervical triangle in man. *Clin Anat* 18:533–557, 2005.

CAPÍTULO 9

Agur, AMR, Dalley AF: *Grant's Atlas of Anatomy*, 12th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2009.

Bruce JN, Balmaceda CM, Fetell MR: Tumors of the skull and cranial nerves. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Fetell MR: General considerations. *In* Rowland LP (ed) *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Haines DE: *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 2005.

Haines DE: *Neuroanatomy: An Atlas of Structures, Sections, and Systems*, 6th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Haines DE, Mihailoff GA: An overview of the brainstem. *In* Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 2005.

Hutchins JB, Corbett JJ: The visual system. *In* Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 2005.

Kiernan JA: *Barr's the Human Nervous System: An Anatomical Viewpoint*, 8th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Lachman N, Acland RD, Rosse C: Anatomical evidence for the absence of a morphologically distinct cranial root of the accessory nerve in man. Clin Anat 15:4, 2002.

Lange DL, Trojaborg W, Rowland LP: Peripheral and cranial nerve lesions. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Moore KL, Persaud TVN: *The Developing Human. Clinically Oriented Embryology*, 8th ed. Philadelphia, Saunders, 2008.

Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Sacco RL: Pathogenesis, classification, and epidemiology of cerebrovascular disease. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Swartz MH: *Textbook of Physical Diagnosis: History and Diagnosis*, 4th ed. Philadelphia, Saunders, 2002.

Sweazey RD: Olfaction and taste. *In* Haines DE (ed): *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 2005.

Wazen JJ: Dizziness and hearing loss. *In* Rowland LP (ed): *Merritt's Textbook of Neurology*, 11th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Wilson-Pauwels L, Akesson EJ, Stewart PA: *Cranial Nerves: Anatomy and Clinical Comments*. Toronto, Decker, 1988.

Índice alfabético de materias

Los números de página en cursiva indican figuras; los números seguidos de una "t" indican tablas.

A

- Abdomen
  - acumulación de grasa, 197
  - agudo, 198, 259
  - descripción, 182
  - ecografía, *69*, 322
  - funciones, 182
  - hernias, 197
  - paracentesis, 224
  - pared/es anterolateral
    - anatomía de superficie, 210-211
    - descripción, 183-184
    - elementos, 184, *186*, 187
    - estructura, *189*
    - exploración física, 184-187
    - fascia, 186-187
    - incisión/es
      - alternante (separación muscular), 199
      - de McBurney, 199
      - descripción, 198-199
      - línea media, 198
      - longitudinales, 198-199
      - mediana, 198
      - oblicuas, 199
      - paramediana, 198-199
      - Pfannenstiel, 199
      - suprapúbica, 199
      - transversas, 199
    - músculos, 187-193
    - nervios, 193-195, 194t
    - palpación, 197-198
    - sistema linfático, *195*
    - superficie interna, 201-202
    - vasos sanguíneos, 195
  - pared/es, descripción, 183
  - pared/es inferior, *191*
  - pared/es posterior
    - anatomía, 309-310, *310*
    - arterias, 313-316
    - fascia, *310*, 310-311
    - músculos, 311-312, *312*
    - nervios, *312*, 312-313
    - nervios autónomos, *302*
    - vasos linfáticos, 316, *316*
    - vasos sanguíneos, 313-316
  - pared/es, subdivisiones, *186*
  - protuberancia, 197
  - radiografías, 321-325
  - regiones, 183-184, *185*
  - resonancia magnética, *324*
  - técnicas de diagnóstico por la imagen, 321-325
  - vísceras
    - descripción, 183, 226-230
    - fisiología, 227
    - inervación, 300-305
    - inervación parasimpática, 304-305
    - inervación simpática, 300-301, 304
- Abducción, *9-10*, 11
- Abertura
  - del seno maxilar, *841*, *958*, *961*, 963
  - inferior de la pelvis, *328*, 330, 331t, *339*, *403*
  - inferior del tórax, 79
  - media, 879, *879-880*
  - nasal posterior, *831*
  - piriforme, *823-825*, 825
  - superior de la pelvis, 184, 328, *328-329*, 331t, 339
  - torácica inferior, 79, *79*
  - torácica superior, 79, 79, 128, 1014
- Abreviaturas, 12
- Absceso
  - dental, 947
  - glándula parótida, 926
  - isquioanal, 416
  - pelvirrectal, 416
  - perianal, 416
  - perinefrítico, 298
  - peritoneal, 224
  - poplíteo, 604
  - psoas, 318, 558
  - retroauricular, 979, *979*
  - retrofaríngeo, 989
  - subfrénico, 283
  - vesícula seminal, 381
- Absorción sublingual de fármacos, 950
- Accidente vascular cerebral, 153, 887, 1010
- Acetábulo
  - anatomía, *27*, *329*, *512-514*, 516, 552, 626, 629
  - cara semilunar, 629
  - fractura, *336*
- Acetilcolina, 58
- Acromion
  - anatomía, *27*
    - de superficie, *708*
  - de la escápula, *674*, 675, *676*
- Acueducto
  - cerebral, 879, *879*, *969*
  - coclear, 975
  - vestibular, 975, *969*
- Adenocarcinoma ductal, 283
- Adenoiditis, 1048
- Adenoma paratiroideo, 1043-1044
- Adherencia/s
  - definición, 224
  - diafragmáticas, 235
  - esplénicas, 235
  - peritoneales, 224
  - pleurales, definición de las, 122
  - pleurales, drenaje linfático posterior, 125
- Adhesiotomía, 224
- Aducción, *9-10*, 11
- Afonía, 1082
- Agujero (con denominación)
  - alveolar superior posterior, *917*, *952*
  - apical, 934, *934*
  - ciático mayor, 332, 339, 341t, 353, 563, *563*, *567*, *631*
  - ciático menor, 332, 353, 563, *563*
  - ciego, 833t, *834*, 835, *940*, *1032*, *1041*
  - cigomaticofacial, 825, *825-826*
  - criboso, 833t
  - esfenopalatino, *917*, *952*
  - espinoso, *831-832*, 835, *871*, *917*, *952*
  - esternal, 85
  - estilomastoideo, 831, *831*
  - etmoidal anterior, 833t, *889*
  - etmoidal posterior, 833t, *889*
  - infraorbitario, 827, *889*
  - interventricular, *879-880*
  - intervertebral, 442, *442-443*, *464*, *473*, *500*
  - magno, *823*, *829*, 831, *871*, *952*, *1071*, *1077*
  - mandibular, 927, *931*
  - mastoideo, *831*, 833t
  - mentoniano, *823*, *825-826*, 827
  - obturado, *21*, 328, *329*, 331t, *513*, *515*, 516
  - óptico, *883*
  - oval, *831-832*, 833t, 835, 853, *917*, *952*
  - oval corazón, 139
  - palatino mayor, 830, *831*, *834*, 934, *936*
  - palatino menor, 830, *831*, *834*, 935, *936*
  - parietal, 829, *829-830*
  - rasgado, *831*, 833t, 835, *883*
  - redondo, *832*, 833t, *834*, 835, 849, 951, *952*
  - sacro, 451, *461*
  - sacro anterior, *499*
  - sacro posterior, *452*
  - supraorbitario, *824*, 825
  - transverso, 444, 455, *983*
  - vertebral, 442, *445*, 448t, *450*, *460*
  - yugular, *829*, *831*, 833t, 835, 1072, *1074*, *1077*
- Agujero (en general)
  - definición, 21
  - nutricio, 22, 521
- Ala
  - del ilion, 328, *567*
  - mayor del esfenoides, *826*, 830, *832*, *834*, *869*, *889*, *917*, 951, *952*, *962*
  - menor del esfenoides, 830, *832*, *834*, *869*, *889*
- Almohadilla grasa en la fosa coronoidea, *802*
- Alucinaciones olfatorias, 1079
- Alvéolo/s, *115*
  - pulmonar, 116
  - dentarios, 930
- Amastia, 106
- Amígdala. V. *Tonsila*

Ampolla
  conducto deferente, 343, *346*, 376, 377
  conductos semicirculares, *1071*
  duodenal, *68*, 241
  hepatopancreática, 241, 267, *275*
  ósea, 975
  rectal, *365*, 370, *370-371*, *410*
  trompa uterina, 382
Anastomosis. V. también *Arteria/s; Vena/s*
  arterial
    arterias cerebrales, 887
    arterias gastroomentales, 223, 233
    arterias intercostales, *727*
    articulación del codo, 806
    periarticular, 28
    periescapular, 726-727
    región del codo, 736
  arteriolovenular, 42
  arteriovenosa, 413
  cruzada, *555*
    del muslo, 576
  definición, 28, 39
  esplenorrenal, 287
  periarticular de la rodilla, *587*, 642
  portocava, 288, *356*
  portosistémica, *280*, 281
  rodilla, *644*
  venosa, 41
Anatomía
  clínica, 3, *4*
  definición, 2, 4
  de superficie, *2*
    acromion, *708*
    antebrazo, 764, *765-766*
    aparato lagrimal, 907-909
    axila, 707-708
    bazo, *264*
    brazo, 739-740
    cabeza, 859
    cara, 859-860
    cóccix, 452-453, *453*
    corazón, 161-163, 171-172
    cuello, 1005-1007
    estómago, 231-232, *232*
    fosa del codo, 739-740
    globo ocular, 907-909
    grandes vasos, 161-163
    mano, 786-789
    músculos del dorso, *492*
    muslo, 557-558
    pared anterolateral del abdomen, 210-211
    pie, 622-623, 656-657, *658*
    pierna, 603-604
    pleura, 119-120
    pulmones, 119-120
    región cervical, 1005-1007
    región glútea, 578-581
    rodilla, 656, *658*
    sacro, 452-453, *453*
    tobillo, 622-623, 656-657, *658*
    vértebras lumbares, 452-453, *453*
  historia, 2
  métodos estudio, 2-4
  radiográfica, *2*
  radiológica, 66
  regional, *2*, 2-3
  sistémica, *3*, 3-4
Andrología, 4
Anestesia
  bloqueo/s
    epidural, 506
      caudal, *398*, 398-399
    espinal, 398, 506
    ganglio cervicotorácico, 1017
    nervio
      alveolar inferior, 927
      bucal, 862
      ciático, 582
      frénico, 1009
      infraorbitario, 862
      intercostal, 97
      laríngeo superior, 1046
      mandibular, 927
      mentoniano, 862
      nasopalatino, 949
      palatino mayor, 949
      peroneo, 625
      peroneo superficial, 625
      pudendo, 398
      trigémino, 1081
    plexo braquial, 730
    plexo cervical, 1009
    región cervical lateral, 1009
  dental, 1081
  epidural caudal, 461
  epidural transacra, 461
  espinal, 506
  general, 397
  parto, 397-399
  regional en los miembros inferiores, 541
  regional para el parto, 397
Aneurisma/s
  aorta abdominal, 319
  aorta ascendente, 175
  arco de la aorta, 175
  arteria axilar, 728
  arteria cerebelosa, 1080
  en mora, 887
  poplíteo, 604
  rotura, 887
  saculares, 887
Angina de pecho, 156, *950*
Angiografía
  aórtica, 176, *176*
  cardíaca, 561
  coronaria, 154
  por resonancia magnética, *180*
Angioplastia coronaria transluminal percutánea, 157, *157*
Ángulo
  acromion, *674*, 680, 707, *708*
  boca, 860
  costilla, 74, *486*
  de inclinación, *517*, 518
  de torsión, 518
  de Wiberg, 659
  del ojo, 892, *892*, *908*
  escápula, *676*, 708, *708*
  esternón, *73*, 99, *102*, *128*, *1031*
  inferior, *704*
    de la escápula, *76*, 681, *708*
  infraesternal, 73, 78, 79, 100, 102
  iridocorneal, *895*
  lumbosacro, 440, 451
  mandíbula, 823-824, 837, 838, 917, 919, 1006, 1007, 1050
  Q, *634*, 661
  subcostal. V. *Ángulo infraesternal*
  subpubiano, *329*, 330, 331t
  superior, *704*
  venoso, 117, 1015
    derecho, *44*, *720*, *1039*
    izquierdo, *44*, *101*, *170*, *720*, *1039*, *1051*
Anillo
  de Waldeyer, 1038
  femoral, 554, *561*
  fibroso
    anatomía, *464*, 464-465, *475*
    degeneración, 474
    derecho, *137*
    descripción, 136, *143*
  inguinal profundo, *201*, 202-203, *204*, *206*, 209, *347*
  inguinal superficial, *190-191*, *202*, 203, *206*, 552
  tonsilar, 1034, 1038
  traqueal, *1024-1025*, *1027*, 1040
  umbilical, 193
Ano, *435*
Anosmia, 1078
Anoxia, 888
Anquilosis, articulación esternoclavicular, 813
Antebrazo
  anatomía de superficie, 764
  arterias, *736*, 757-760
  compartimiento extensor-supinador, *753*
  compartimientos, 741, 746, 748t
  definición, 741
  huesos, 677-679, 744
  músculos
    anatomía, 746-757, *747*
    extensores, 750-751, *765*
    flexores, *765*
  nervios, 761-764
    cutáneos, 693
  pronación, *805*
  sección transversal, *746*
  supinación, *805*
  venas, 760-761
Antepié, *523*, 609, 653t
Anterior (términos de relación anatómica), *6*, *8*
Antihélix, *967*
Antitrago, *967*
Antro
  mastoideo, anatomía, *464*, 464-465, *475*
  pilórico, 231, *232-233*
Aorta, *40*
  abdominal
    anatomía, *207*, *245*, *276*, 313, *325*, *370*
    aneurisma, 319
    ramas, 315
    relaciones, 314-315
  angiografía, *176*

  arco
    anatomía, 40, 66, 113, 138, 146, 163, 163, 167, 1003, 1029
    aneurisma, 175
    anomalías, 174
    derecho, 174
    doble, 174, *174*
    nódulos linfáticos, *118*
    ramas, 174
    tomografía computarizada, *179-180*
  ascendente
    anatomía, 94, 112, 135, 138, 143, 146, 163, 163-164
    aneurisma, 175
    ramas, 169t
    tomografía computarizada, *179-180*
  bifurcación, *324*
  coartación, 175
  descendente
    anatomía, *163, 186*
    ramas, 167
    tomografía computarizada, *179-180*
  ecografía, *322*
  pulsaciones, 319
  ramas, 169t
  resonancia magnética, *324*
  tomografía computarizada, *323*
  torácica
    anatomía, 93, *94, 100, 119*, 163, *167*, 167-168, *177*
    descendente, *94, 163*
    ramas, *168*, 169t
Aparato
  lagrimal, anatomía, 891, *892*, 892-893
  lagrimal, anatomía de superficie, 907-909
  /sistema locomotor, *4*
Apéndice
  epidídimo, 215, *215*
  epiploico. V. *Apéndice omental*
  nervios, 249, 252
  omental, 246, *248*, 253, *370*
  retrocecal, *249*, 259
  rotura, 259-260
  sistema linfático, 249, *252*
  testículo, 215, *215*
  vermiforme, *226, 239*
Apendicectomía, 260
Apendicitis, 259
Apófisis, 526
  accesoria, 451
  alveolar, 825, *825*
  articular, 443
    de las vértebras cervicales, 446t, *983*
    de las vértebras lumbares, *450*
    de las vértebras torácicas, 448t, *466*
    inferior, 76, *77, 442*, 443, *464, 466*
    superior, 76, *77, 442*, 443, *466*
  cigomática, *831*
    del hueso frontal, *826*
    del hueso temporal, *826, 828, 917*
  clinoides anterior, *832, 834, 870, 873, 883, 961*
  clinoides posterior, *832, 834*
  condilar, *917, 948*
  coracoides, 675, *676, 698*, 707, *734*
  coronoides
    anatomía, *66*, 678, *802, 805*
    de la mandíbula, *826*
    fracturas, 837, *838*
  costal, 455
  espinosa
    bífida, *983*
    de C5, *871*
    de C6, 1040
    de C7, *103*, 1040
    definición, 21, *21*
    de L2, *442*
    de L4, *505*
    de las vértebras cervicales, 446t, *1022*
    de las vértebras lumbares, *450, 483*
    de las vértebras torácicas, 76, 448t
    del axis, *469, 871*
    de S2, 453
    de T1, *88*
    de T4, 485t
    de T12, *119*
  estiloides, *1036*
    de la articulación temporomandibular, *919*
    del 3.er metacarpiano, 680, 683
    del cráneo, *823*
    del cúbito, 678, 764, *765, 805*
    del hueso temporal, 828, *883, 917, 984*
    del radio, *674*, 678, 682, 764, *765, 805, 808*
  frontal del hueso cigomático, *825-826*
  frontal del maxilar, *825-826*
  lateral del martillo, *969*
  mamilar, 451, 455
  mastoides, 485t, *829, 831, 915, 952, 1005*
    del hueso temporal, *826*, 828, *917, 984*
  palatina del maxilar, 829, *831, 936*
  piramidal del hueso palatino, *917*
  pterigoides, 830, *952*
  temporal del hueso cigomático, *826*
  transversa, 442
    de C4, *486*
    de L2, *442*
    de las vértebras cervicales, 446t, *454, 983*
    de las vértebras lumbares, *450, 454*
    de las vértebras torácicas, 448t, *454*
    del axis, 493t, *493*
    del cóccix, *452*
    de T5, *80*
  unciforme, *240, 242*, 266, *322*, 445, *465*, 1040
  vaginal, *832, 917*
  xifoides, *73*, 78, *78-79*, 84, 100, *103, 128, 183, 186, 194*, 210, *306, 324*
  yugular, *1014*
Aponeurosis
  bicipital, *690*, 733, *737*, 739, *740, 745, 747, 767*
  cuero cabelludo, 844, *845*
  descripción, 29, 186
  epicraneal, 495t, *495, 843*, 844, *845, 854, 962*
  oblicuo externo, 188, *189-191*, 192-193
  oblicuo interno, *191*, 193
  palatina, 935, *936-937*
  palmar, 689, 745, 771-772, 773
  pared del abdomen, *310*
  plantar, 610
  transverso del abdomen, *189, 484*
  tríceps, *735*
Aracnoides
  anatomía, 47, *49, 501-502, 843, 868*, 872
  espinal, *499*, 500-501
Árbol
  bronquial, *107*
  traqueobronquial, 113-116, *114*
Arcadas arteriales, 246
Arco
  alveolar maxilar, 829
  anterior, vértebras cervicales, 446
  aorta
    anatomía, 40, 66, 113, 138, 146, 163, 163, 167, 1003, 1029
    aneurisma, 175
    anomalías, 174
    derecho, 174
    doble, 174, *174*
    nódulos linfáticos, *118*
    ramas, 174
    tomografía computarizada, *179-180*
  arterial plantar, *602*
  cigomático, *823-824, 826*, 828, *831, 917, 952, 962*
  coracoacromial, 799
  del pie, 654, *656*
  dental, 928
  dorsal del carpo, *753*
  iliopectíneo, *311*, 551
  longitudinal del pie, 524, 654, *656*, 658
  neural, 453
  palatofaríngeo, 935, *935, 937, 1034*
  palatogloso, 935, *935, 937, 940, 950, 1034*
  palmar
    desgarro, 790
    heridas, 792
    profundo, *40, 759*, 760, 781, 781t, *781*, 787
    superficial, *40, 759, 775*, 781, 781t, *781, 787*
  plantar, *534, 616*, 619-620
  posterior
    C1, 493t, *493*
    vértebras cervicales, 446
  pubis, *329*, 330, 331t
  superciliar, 825, *825, 859, 961*
  tendinoso
    elevador del ano, 341, *346*
    fascia pélvica, 345, *346*
    sóleo, 599, 600, *635*
  transverso del pie, 654, *656*
  venoso
    dorsal, *534*, 535, 620
    plantar, *621*
    yugular, *1000*, 1007, 1015
  vertebral
    articulaciones, 466
    fracturas, 459-460
    lámina, *466*
    vértebras cervicales, *442*, 443, 446, *983*
Área/s
  de Kiesselbach, *959*
  desnudas, 220
  diafragmática, *269*
  esofágica, *112*
  intercondílea, 520, *637, 639*

- Área/s (*cont.*)
  - olfatoria, 956
  - respiratoria, 956, *957*
- Aréola, *98*, 98-99, *103*
- Arritmias, 159
- Arteria/s (con denominación)
  - alveolar inferior, *923*, 934, *962*
  - alveolar superior, *923*, 934
  - angular, 855t, *855*
  - apendicular, *248*, 249, 250t, *250*
  - arqueada, *617*, 619, *644*
  - auricular posterior, 856t, 1003, *1003*
  - auricular profunda, *923*
  - axilar
    - anatomía, *40*, *89*, 93, *94*, *101*, *699*, 715, *715*, *727*, 994
    - aneurisma, 728
    - compresión, 728
    - derecha, *1008*
    - oclusión, 726
    - ramas, 715
  - basilar, *503*, *868*, 882, *884*, *885t*, *1057*
  - braquial
    - anatomía, *40*, *100*, *716*, 736, *737*
    - compresión, 742
    - división, 767, *767*
    - nutricia del húmero, 736
    - profunda del brazo, *727*, 736
  - braquiocefálica, *164*
    - derecha, *101*, *720*
  - bronquial, *94*, *115*, 117, *129*, *150*, *169t*
    - derecha, 117
    - izquierda, 117
  - bucal, 923
  - carótida
    - común, *40*, *109*, *163*, *959*, *982*, 999, *999*, 1001, *1016*, *1021*, *1026*, *1035-1036*
      - derecha, *94*, *164*, *174*, *176*, 1001, *1003*, *1013*
      - izquierda, *94*, *138*, 163, *163-164*, *174*, 179-180, 1001, 1003, *1003*, *1013*
    - estenosis, 888
    - externa
      - anatomía, 855, *925*, *943*, *959*, *972*, *999*, 1001, *1016*, *1019*, *1021*, *1035-1036*, *1048*
      - ligadura, 1009
    - interna
      - anatomía, *868*, 869, *873*, 882, *883*, 885t, *919*, *953*, *959*, *971*, 1001, *1016*, *1019*, *1035-1036*, *1057*, *106x*, *1074*, *1077*
      - estenosis, 864
    - toma del pulso, 1007, 1010
  - celíaca, *266*, *316*, *322*
  - central de la retina, *895*, 897, 905, 906t, *906*, 913
  - cerebelosa
    - aneurisma, 1080
    - inferior anterior, *884*, 885t
    - inferior posterior, 502, *503*, *884*
    - superior, *868*, *884*
  - cerebral
    - anastomosis, 887
    - anterior, 882, *884*, 885, 885t
    - media, 882, *884*, 885, 885t
    - superior, *503*
    - ascendente, 503, 1013-1014
    - profunda, *503*
    - transversa, *716*, *724*, 994, *1013-1014*
  - cigomaticofacial, 906t, *906*
  - cigomaticotemporal, 906t, *906*
  - ciliar
    - anterior, *895*, 960t, *906*
    - posterior corta, 905, 906t, *906*
    - posterior larga, *895*, 905, 906t, *906*
  - circunfleja
    - anatomía, 196t, *196*
    - de la escápula, *715*, *716*, 717t, 718
    - femoral lateral, *351*, 555t, 556
    - femoral medial, *351*, 554, 555t
    - humeral, 717t, 718
    - ilíaca, *351*
      - profunda, 196t, *196*, *354*
      - superficial, 196t, *196*, *555*
    - peronea, *602*, 603
  - cística, 225, 236t, *236*, 237t, *265*, 277, *278*
  - colateral cubital, *716*, 717t, 736
    - inferior, 736
    - superior, 736
  - cólica
    - derecha, 250t, *250*, 251
    - izquierda, 250t, *250*, 251, *252*
    - media, 250t, *250*, 251, *252*
  - comunicante anterior, *884*, 885, 885t
  - comunicante posterior, 882, *884*, 885t
  - coronaria, 129
    - derecha, *143-144*, 145
    - izquierda, *143*, 145, *146*
    - variaciones, 145
  - cremastérica, 207, *207*, *370*
  - cricotiroidea, 1030
  - cubital
    - anatomía, *40*, *737*, *746*, 757-758, *758*, 759t, *759*, 760, *775*, *781*, 781-782
    - rama dorsal, *783*
    - superficial, 767-768
  - del conducto deferente, *209*, *222*
  - del conducto pterigoideo, *923*
  - descendente de la rodilla, *587*, *644*
  - digital
    - dorsal, 617, 619, 644, 778
    - palmar propia, 781t, *781*, 782
    - plantar, *617*, *619*, *775*, *778*, 781
  - dorsal
    - de la escápula, *727*, 994, 1015
    - de la lengua, 941
    - de la nariz, 906t, *906*
    - del clítoris, 411, 412t
    - del índice, *753*, *781*
    - del pene, 353, *408*, 411, 412t, *420*, 422, *422*
    - del pie, 594t, *594*, *616*, *619*, 619-620
      - anatomía, *40*
      - pulso, 625
    - del pulgar, *753*, *781*
  - epifisaria, 22, 23
  - epigástrica
    - inferior, 195, 196t, *196*, *201*, *340*, *354*, *410*, *555*, *561*
    - superficial, *190*, 195, 196t, *196*, *555*
    - superior, *94*, 95, *192*
  - escrotal anterior, *207*, 418
  - escrotal posterior, 412t, 418
  - esfenopalatina, *923*, *925*, *939*, *953*, *959*
  - esofágica, 129, 169t
  - espinal anterior, 502, *503*, *884*
  - espinal posterior, 502, *504*
  - esplénica, *227*, *235*, 236t, *236*, *240*, 264, *265-266*, 267, *276*, *322*
  - esternocleidomastoidea, 999
  - etmoidal anterior, 906t, *906*, *959*
  - etmoidal posterior, 906t, *906*, *959*
  - facial
    - anatomía, *854*, 855, 855t, *855*, *943*, *999*, *1003*
    - compresión, 863
    - rama tonsilar, *1034*
    - toma del pulso, 863
    - transversa. V. *Arterias (con denominación), transversa de la cara*
  - faríngea, anatomía, *953*, 970, 972
  - faríngea ascendente, 1003, *1003*
  - femoral
    - anatomía, *40*, *190*, *196*, *207*, *438*, *552*, 554, 555t, *555*, *557-558*, *571*
    - cateterización, 560
    - compresión, 560
    - desgarro, 560
    - palpación, 560
    - profunda, *40*, *351*, 554, 555t, *571*, 577
  - frénica inferior, *228*, 230, *290*, *295*, 307
  - frénica superior, 129, 168, 169t, 307
  - gástrica
    - corta, 234, *235*, 236t, *236*
    - derecha, 234, 236t, *236*, 237t
    - izquierda, 230, 234, *235*, 236t, *236*, *240*, *276*, *285*, *293*, *322*
    - posterior, *228*, 234, *235*, 236t, *236*
  - gastroduodenal, *236*, 237t, *240*, 241, *245*, *265-266*, 267, *277*, 278, *322*
  - gastroomental derecha, 234, *236*, *237t*, *240*, *245*, *266*
  - gastroomental izquierda, 234, *235*, 236t, *236*
  - glútea inferior, *351*, 353, 353t, *354*, *410*, 575-576, 576t, *576*
  - glútea superior, 352t, *354*, 355, *567*, 575, 576t, *576*
  - hepática, 236t, *236*, *240*, 272, *276*, *322*
    - aberrante, 284
    - común, *240*, *245*, *266*, *271*, 272
    - derecha, 277, *285*
    - izquierda, *285*
    - propia, *240*, 272
    - relaciones, 284
  - ileal, *245*, 250t, *250*
  - ileocólica, *245*, *248*, 249, *250t*, *250*, 251
  - ilíaca común, *40*, 313, 350, *351*, *354*, *376*
    - derecha, *207*, *290*, *296*
    - izquierda, *290*, *367*
  - ilíaca externa, *40*, *192*, *201*, *207*, *290*, 303t, 314, *340*, *347*, *351*, *354*, *363*, *370*, *376*, *554*, *561*
  - ilíaca interna, anatomía, *40*, *207*, 303t, 314, *347*, 350, 352t, *354*, *358*, *376*, *384*, *555*
    - división posterior, 353, 355
    - ligadura, 361

iliolumbar, *351, 353*, 353t, *354*, 355, *358*
inferior lateral de la rodilla, *586-587*, 594t, *594*
inferior medial de la rodilla, *586-587*, 594t, *594, 644*
infraorbitaria, 905, 906t, *906, 923, 925, 953, 962*
intercostal, *164, 166*
  anterior, *90, 94*, 95, 95t, *100*
  posterior, *90*, 93, *94*, 95, 95t, *100*, 169t, 196t, *196, 473, 503*
  superior, 93
  suprema, *167*
interósea anterior, 759t, *759, 781, 805*
interósea común, 759t, *759, 805*
interósea posterior, *753*, 759t, *759, 781, 805*
intestinal, 250t, *250*
laberíntica, *884*, 885t
labial inferior, 855t, *855*, 863, 929
labial superior, 855t, *855*, 863, 929, *959*
lagrimal, 906t, *906*
laríngea, *1003*, 1029-1030
lingual, 1003
lobular media, *138*
lobular superior, *138*
lumbar, 315, *503*
maleolar lateral, *619*
marginal, 251, 253
marginal izquierda, 145, *146*
masetérica, *923*
maxilar, anatomía, 921, 963, 1003
maxilar, ramas, *923, 972*
media de la rodilla, *587, 644*
mediastínica, 167
medular segmentaria anterior, 504, *504*
medular segmentaria posterior, 502, *503*, 504
meníngea accesoria, 923
meníngea media, *868-869*, 871, 875, 906t, *906, 925, 1057*
  ramas, 871
mentoniana, 855t, *855*, 863
mesentérica inferior, *228, 245*, 250t, *250, 265, 290, 295-296*, 303t, *316, 351*
mesentérica superior, *228, 240*, 241, *242, 244-245*, 250t, *250, 259, 265-266*, 267, *276, 290, 293, 295, 316, 322-323*
metacarpiana palmar, *778*, 781
metafisaria, *23*
metatarsiana dorsal, *617*, 619
  1.ª, 619
  2.ª, 619
  3.ª, 619
  4.ª, 619
metatarsiana plantar, *616*
musculofrénica, *94*, 95, 129, *131*, 196t, *196*, 307
nasal dorsal. V. *Arteria/s (con denominación) dorsal de la nariz*
nasal lateral, 855t, *855*, 863
nasal posterior, *953*
nódulo
  atrioventricular, 149
  auriculoventricular, 149
  sinoatrial, 145
  sinoauricular, 145
nutricia, *23*
  anatomía, 472
  de la tibia, *602*, 603
  del húmero, 736
  del peroné, 602, *602*
obturatriz
  accesoria, 351, 562
  anatomía, 351, *354, 410*, 555t, 556, *627*
  reemplazada, 562
occipital, *831*, 855t, *855, 972*, 992, *993, 1003*, 1003, *1005*
oftálmica, anatomía, *895*, 905, 906t, *906*
oftálmica, ramas musculares, 906t, *906*
ovárica, anatomía, *347*, 352t, 355, *358*, 382, *384*
ovárica, ligadura, 361
palatina
  ascendente, 937, 1003
  descendente, *923, 953*
  mayor, *925*, 937, *959*
  menor, 937
pancreática, 267
  dorsal, *266*
  mayor, *240, 266*
pancreatoduodenal
  anterior, *240, 266*, 267
  inferior, *236*, 237t, *240*, 241, *266*
  posterior, *240*, 267, *277*, 278
  superior, *236*, 237t, 241, *266*, 267
perforante, *555, 567*, 576t, *576*, 577, *616, 753*
pericardiofrénica, 131, 166, 307
perineal, *411*
  ramas escrotales posteriores, 209
perióstica, *23*
peronea, *602, 644*
plantar
  lateral, *599*, 602, *602, 615, 619*, 620, *644*
  medial, *599*, 602, *602, 619*, 620
  profunda, 619
  ramas perforantes, 620
poplítea, *555, 586-587*, 594t, *594, 602, 644*
posterior, *503*, 883, *884*, 885t
principal del pulgar, 781t, *781*, 782
profunda
  de la lengua, 941, *943, 999*
  del brazo, *711, 727*, 736
  del clítoris, 412t
  del pene, 353, 412t, 422
  externa, *190*, 209, 418, 430
  interna, *207*, 353, 353t, *354, 358, 371, 384*, 389, 412t, 422, 430, 576-577
pulmonar, *66, 112, 115*
  derecha, 116, *116, 138, 163*, 179-180
    inferior, *138*
    superior, *138*
  izquierda, 116, *116, 138, 146, 163, 167*, 179-180
    inferior, *138*
    superior, *138*
radial
  aberrante, *783*
  anatomía, *40*, 156, *745*, 760, 760t, *775, 781*, 782
  del índice, *775, 778*, 781t, *781*
  mediciones del pulso, 768, 792
  palpación, 770
  rama/s
    rama dorsal del carpo, 760, 760t
    ramas musculares, 760
    rama palmar del carpo, 760, 760t
    rama superficial, *783*
  variaciones origen, 768
radicular anterior, *503*, 504
radicular posterior, *503*, 504, *504*
rectal
  inferior, 250t, *250*, 371, *371, 410*, 411, 412t, 413, *421*
  media, 250t, 250, 347, 351, *351*, 353, 354, 371, 371, 413
  superior, 250t, 250, 352t, 355, 358, 371, 371, 410, 413
recurrente
  cubital anterior, 758, 759t, *759*
  cubital posterior, 758, 759t, *759*
  radial, *759*, 760, 760t
  tibial anterior, *587*
renal, *293*
  accesoria, *296*, 298
  derecha, 207, 295, 296, 323
  izquierda, *207, 276, 295-296, 323*
  rama ureteral, 295
retinacular, 630
retinacular posterior, 556
sacra lateral, 352t-353t, *354*, 355, *358, 503*
sacra media, 315, 352t, 355, *358*
segmentaria, 295
  posterior, 295
  superior, 295
sigmoidea, 250t, *250*, 251
subclavia
  anatomía, *40, 89*, 93, *100, 109, 131, 150, 166-167, 716, 727*, 992, *1003*, 1007, 1014, *1021*
  derecha, *163, 174, 1003, 1008, 1013*
    retroesofágica, *174*
  izquierda, *94, 138*, 163, *163-164, 1003, 1013*
  ramas, *995, 1003*
  surco, *112*
subcostal, *94*, 95t, 196t, *196*, 313
subescapular, *711*, 717-718, 727
submentoniana, *943*, 945, *999-1000*
surcal, 502, *504*
superior lateral de la rodilla, *586-587*, 594t, *594, 644*
superior medial de la rodilla, *586*, 587, *587*, 594t, *594, 638, 644*
supraduodenal, *240*
supraescapular, *716*, 717t, *724, 727*, 994, *994, 1013-1014*
supraorbitaria, *855*, 856t, 863, 906t, *906, 958*
suprarrenal
  inferior, *295*, 296
  media, *295*, 296
  superior, *295*, 296
supratroclear, *855*, 856t, 863, 906t, *906*
tarsiana lateral, 619, *619, 644*
tarsiana medial, *619, 644*
temporal, *855*, 856t, *919*, 923, 966, *968*
  superficial, 1003, *1003*
testicular, *204*, 207, 208t, *209*, 210, *290, 296*, 352t, *376-377, 422*

- Arteria testicular *(cont.)*
  - derecha, *207*, *295-296*
  - izquierda, *207*, *295*
- tibial anterior, *40*, *587*, *590*, 594, *594t*, *594*, *602*, *617*, *619*, *644*
- tibial posterior, *587*, *594t*, *594*, 602, *602*, *616-617*, *619*, *644*
- timpánica anterior, *923*
- tirocervical, *727*
- tiroidea
  - ima, *174*, 1040, 1045
  - inferior, *716*, 717t, *727*, *1003*, *1013-1014*, 1015, *1019*, *1020*, *1029*, *1035-1036*, 1038, 1040
  - superior, *999*, 1003, *1003*, *1005*, 1018, *1019*
- tonsilar, *1003*
- torácica
  - interna, *89-90*, *94*, *95*, 95t, *131*, *162-164*, *166*, *192*, 195, *727*, *1013-1014*, 1015
  - lateral, *100*, *699*, *711*, 717
  - superior, *716*, 717, 717t, *727*
- toracoabdominal, *715*
- toracoacromial, *716*, 717t, *727*
- toracodorsal, *716*, 717t, *727*
- transversa de la cara, 855t, *855*, 863, *919*
- umbilical, 350, 352t, *410*
  - obliterada, 208t, *370*
- uterina
  - anatomía, *347*, 351, *351*, 352t, *354*, *384*, 389
  - lesión por ligadura, 361
- vaginal, 351, *351*, 353, *354*, 389
- vertebral
  - anatomía, *447*, *469*, 493t, *493*, *503*, *716*, *727*, *868*, *871*, 882, *884*, *885t*, *1013-1014*, *1016*, *1026*, *1057*
  - porción cervical, 1015
  - porción craneal, 1015
  - porción suboccipital, 1015
  - porción vertebral, 1015
- vesical, *296*
  - inferior, 351, 352t, *354*, *376*, *410*
  - superior, *347*, 352t, *354*, *410*
- vitelina, *259*
- yeyunal, *240*, *245*, 250t, *250*
- yuxtacólica, 251

Arteria/s (de órganos o regiones)
- de la articulación de la cadera, 632
- de la articulación de la rodilla, *602*, 642-643
- de la articulación tibioperonea, 640
- del abdomen
  - pared anterolateral, 195
  - pared posterior, 313-316
- de la cara, 855-858
- de la columna vertebral, 472-473
- de la duramadre, *871*
- de la faringe, 1038
- de la fascia poplítea, *587*
- de la glándula tiroides, 1018
- de la laringe, 1029-1030
- de la lengua, 941, 943, *943*
- de la mano, 779, 781t, *781*, 781-782
- de la médula espinal, 501-504, *503*
- de la nariz, 959, *959*
- del antebrazo, *736*, *757-760*
- de la pared torácica, 93, 95
- de la pierna, compartimiento anterior, 594
- de la pierna, compartimiento posterior, 602-603
- de la planta del pie, 620
- de la pleura, 116
- de la próstata, 379
- de la raíz del cuello, 1014-1015
- de la región cervical anterior, 1001-1004
- de la región cervical lateral, 992, 994-995
- de la región glútea, 575-577, 576t, *576*
- de las glándulas suprarrenales, 295, *295*
- de las mamas, 99, *100*
- de las raíces de los nervios espinales, 501-504
- de las vesículas seminales, 377
- de la uretra femenina, 368
- de la uretra masculina, 368, 418
- de la vagina, 389
- de la vejiga urinaria, 366-367
- de la vulva, 430
- del brazo, *736*
- del carpo, 759t, *759*
- del ciego, *249*, 250t
- del conducto anal, 413
- del conducto biliar, 277-278
- del conducto deferente, 352t, *376*, 377, *410*
- del cuero cabelludo, 863
- del diafragma, 307, *307*
- del duodeno, 241
- del encéfalo, 882-883
- del escroto, 418
- del estómago, 234, 236t
- del hígado, 272
- del intestino delgado, *245*
- del intestino grueso, *245*
- del nervio ciático, 575-576
- de los conductos eyaculadores, 377
- de los dientes, 934
- de los músculos, 34-35
- de los pulmones, 116
- de los riñones, 295, *295*
- de los uréteres, 363
- del páncreas, *266*
- del pene, 420-421
- del pericardio, 129
- del pie, 617, *619*, 619-620
- del recto, 371
- del tubo digestivo, 227, *228*
- del útero, *384*, 388
- gonadales, 352t
- terminales funcionales, 41

Arteria/s (en general)
- de conducción, 37
- de distribución, 39
- definición, 38
- función, 37
- pequeñas, 39
- submucosas, 230
- tipos, 37, 39
- y venas, comparación entre ambas, 41

Arterioesclerosis, 42, 496

Arteriografía
- carotídea, *884*
- coronaria, 154

Arteriolas, 37, *39*

Arteriopatía
- coronaria, 155-156
- periférica, 608

Articulación/es (con denominación)
- acromioclavicular
  - anatomía, 27, *27*, *674*, *676*, *793*, *795*, 796
  - articulación de, 796
  - cápsula, *795*, 796
  - irrigación sanguínea, 796
  - ligamentos, 796, *797*
  - luxación, 813-814
  - movimientos, 796
  - nervios, 796
- astragalocalcánea, 652t
- astragalocalcaneonavicular, 652t
- astragalonavicular, *658*
- atlantoaxial
  - central, 28, *468*
  - lateral, 467
  - media, 467
  - subluxación, 477
- atlantooccipital, anatomía, 467, *468*, 989
- atlantooccipital, músculos que movilizan, 494t
- calcaneocuboidea, 652t, 657
- carpometacarpiana, anatomía, 27, 28, 672, 811
- carpometacarpiana del pulgar, 810
- cigapofisarias
  - anatomía, 332, 440, 443, *466*
  - artrosis, 506
  - degeneración, 480
  - dolor en, 480
  - patología, 480
  - traumatismos, 480
- costocondral, *73*, 80t, *80*, 81, *698*
- costotransversa, *77*, *80*, 81
- costovertebral, *77*, 79, 80t, *80*, 81, *90*
- cricoaritenoidea, 1023, *1024*
- cricotiroidea, 1023, *1024*
- cuneonavicular, 652t
- de la cadera
  - anatomía, *510*
  - arterias, 632
  - artroplastia, 660
  - cápsula, 630
  - descripción, 28, 626
  - estabilidad, *628*
  - flexores, 546t
  - irrigación sanguínea, 632
  - ligamentos, 630, *631*
  - luxación congénita, 660
  - luxación, 660-661
  - movimientos, 632
  - nervios, 632, 634
  - superficies articulares, 626, 629-630
- de la muñeca. V. *Articulación/es radiocarpiana*
- de la rodilla, 634. V. también *Fosa/s poplítea/s*
  - anatomía, *510*
  - arterias, *602*, 642-643
  - articulaciones, 634, 636

    - artroscopia, 664, *664*
    - artroplastia, 665
      - total de la rodilla, 665
    - aspiración, 664
    - bolsas, 643-644, 646t, *646*
    - cápsula, *635,* 636, *637*
    - descripción, 634
    - estabilidad, 634, 636
    - extensores, 547t
    - huesos, *634*
    - inervación, 643
    - irrigación sanguínea, 642-643
    - ligamentos extracapsulares, 636, *638*
    - ligamentos intraarticulares, 639-642
    - movimientos, 642
    - parte posterior, 510
    - superficies articulares, 634, 636
    - traumatismos, 662-664
  - del codo, 800
    - anatomía, 27, *27, 672, 802*
    - ángulo de transporte, *803*
    - bolsas, 804
    - bursitis, 815-816, *816*
    - cápsula, 800
    - descripción, 800
    - irrigación sanguínea, 804
    - ligamentos, 800, 803, *803*
    - luxación, 817, *817*
    - movimientos, 803, *803*
    - músculos
      - extensores, *803*
      - flexores, *803*
      - motores, *803,* 803-804
    - nervios, 804
    - radiografías, *802*
    - tendinitis, 766
  - del hombro
    - anatomía, *672,* 707, *793*
    - articulación, 796
    - bolsas, 800
    - cápsula, 796-798, *799*
    - capsulitis adhesiva, 815
    - definición, 796
    - desgarros del rodete glenoideo, 815
    - irrigación sanguínea, 800
    - ligamentos, 798-799
    - luxación, 814-815
    - movimientos, 799-800, 801t
    - nervios, 799-800
  - del tarso, *650*
  - del tobillo. V. *Articulación/es talocrural*
  - de Luschka, 465
  - escapulotorácica, 675-676
  - esternoclavicular
    - anatomía, 80, *721, 1003,* 1007
    - anquilosis, 813
    - articulación de, 794
    - cápsula, *793,* 794
    - definición, 794
    - irrigación sanguínea, 796
    - ligamentos, 794
    - luxación, 813-814
    - movimientos, *793,* 794-796
    - nervios, 796
  - esternocostal, 85, 88
  - femororrotuliana, *627,* 634
  - femorotibial, 634
  - glenohumeral, inervación, 800
  - intercarpianas, 809-811
  - intercondral, 79-81, 80t, *80,* 85
  - interfalángica, *627,* 652t, *658, 672,* 811-812
    - distal, *811*
    - proximal, *658, 755, 811*
  - intermetacarpianas, *807,* 811
  - intermetatarsianas, 652t
  - intervertebral
    - anatomía, 79, 80t, 332
    - cervical, *491*
    - músculos que la movilizan, 488-489, *491*
  - lumbosacra, 332, *332, 627*
  - manubrioesternal, 78, *80, 102*
  - mediocarpiana, 809
  - metacarpofalángica, *27,* 28, 672, 774, *811,* 811-812
  - metatarsofalángica, *601, 627,* 652t-653t, 656-657, *658*
  - pie. V. *Pie*
  - pisopiramidal, 809
  - radiocarpiana, 808
    - arterias, 759t, *759*
    - cápsula, 808
    - definición, 771
    - descripción, 808
    - fracturas, *686,* 817, *818*
    - huesos, 679-680, *807*
    - inervación, 808
    - irrigación sanguínea, 809
    - ligamentos, 808
    - movimientos, 808, *810*
    - músculos que la movilizan, 808
    - quiste sinovial, 767
    - sección transversal, *746*
  - radiocubital distal, *672, 783, 805,* 806-807
  - radiocubital proximal, *672, 802,* 804-806
  - sacrococcígea, 332, *332, 358*
  - sacroilíaca, 330, 332, *332-333, 342, 512, 514, 627*
  - subastragalina, *580,* 650, *658*
  - talocalcánea, 652t
  - talocalcaneonavicular, 652t
  - talocrural, *609, 627*
    - anatomía de superficie, 622-623, 656-657, *658*
    - cápsula, 648, *649-650*
    - definición, 609
    - flexión dorsal, 609
    - flexión plantar, 649
    - fractura-luxación de Pott, 666
    - inervación, 650
    - irrigación sanguínea, 650
    - lesiones, 665-666
    - ligamentos, 648-649, 652t
    - movimientos, 649
    - radiografías, *648*
    - retináculos, *609, 648*
    - superficies articulares, 647-648
    - traumatismos, 665-666
    - vascularización, 650
  - talonavicular, *658*
  - tarsometatarsianas, 523, *627,* 650, 652t
  - temporomandibular
    - anatomía, *823,* 916-921, *918-919*
    - artrosis, 927
    - cápsula, *845*
    - descripción, 824
    - luxación, 927
    - movimientos, 920t
    - músculos que la movilizan, 922t-923t
  - tibioperonea, *627, 644,* 645-647
  - transversa del tarso, 650, *658*
  - uncovertebral, 465, *465*
- Articulación/es (de regiones)
  - de la columna vertebral, 464-469, *467*
  - de la mano, *811*
  - del antepié, 653t
  - de la pared torácica, 79-81
  - de la pelvis, *332*
  - de la pierna, *644*
  - del cráneo en el recién nacido, 28
  - de los arcos vertebrales, 466
  - de los cuerpos vertebrales, 464-465
  - del pie, *644*
- Articulación/es (en general)
  - biaxial, 27
  - cartilaginosa, *26*
    - hialina, 81
  - clasificación, 25-28
  - condílea, *27,* 28
  - craneovertebral, 466-469, *468-469*
  - definición, *25,* 29
  - derrames, 664
  - en silla de montar, 27, *27*
  - enfermedad degenerativa, 28-29
  - esferoidea, *27,* 28
  - fibrosa, *25-26*
  - gínglimo, 27, *27*
  - gonfosis, 25
  - inervación, 28
  - multiaxial, 28
  - neurocentral, 455
  - plana, *27*
    - sinovial, 80t, 81
  - resumen, 29
  - sindesmosis, *25-26*
  - sinovial, 25, *26-27*
    - plana, 80t, 81
  - trocoide, *27,* 28
  - vascularización, 28
- Artritis
  - articulación temporomandibular, 927
  - definición, 29
- Artrología, 3
- Artropatía
  - articulación de la rodilla, 664, *664*
  - degenerativa, 28-29
  - descripción, 29
- Artrosis, 29, 480, 463, 661
  - de las articulaciones cigapofisarias, 506
  - descripción, 29
- Asa
  - cervical, 996, *998,* 1000, *1077,* 1078
  - subclavia, *1014*
- Ascitis, 223-224
- Aspiración
  - articulación de la rodilla, 664

Aspiración *(cont.)*
  cuerpos extraños, 123, 1044-1045
Asta/s
  cóccix, 452
  gris anterior, *49*
  gris posterior, *49*
  inferior, 1023
  mayor, 984, *984*, *1025-1026*
  menor, 984, *984*
  superior, 1023
Asterión, 828t
Astrágalo
  anatomía, *513*, 524, *609*
  cabeza, *523*, 524, *524-525*, 657
Astrocitos, 46
Ataques de isquemia transitoria, *888*, 1010
Atelectasia, 120, 122, 124
  segmentaria, 124
Ateroma, 42
Aterosclerosis, 42, 156
Atlas (C2)
  anatomía, *27*, *441*, *445*, 446, *454*, *957*, 984, *1031*
  fractura, 458-459
  luxación, 458-459
Atrapamiento
  nervio peroneo superficial, 606
  nervio plantar medio, 625
  nervio tibial, 666-667
Atrio. V. *Aurícula*
Aurícula (atrio) del corazón
  derecha, *138*, 151
    anatomía, 135, 138, *138-139*, *177*, 179-180
    aspecto radiográfico, *66*
    embriología, 151
    fisiología, 142
  izquierda, *66*, *138*, 151
    anatomía, 135, *135*, *138*, *143*, 151, *177*
    trombos, 151
Auscultación
  de los pulmones, 113
  del corazón, 173
Axila
  pared, *689*
  suelo, *689*
Axis (C1)
  anatomía, 27, 441, 454, 957, 984
  características, 446, 446t
  diente, 447, 469, 1022
  fractura, 459-460
Axón, 46, *47*, *49*

B

Banda miocárdica ventricular, 136
Barotrauma ótico, 980
Barra costotransversa, 455, *983*
Bartolinitis, 433
Base
  de la axila, 713, *714*
  de la rótula, 557, *639*
  del cráneo, anatomía, *447*, 822, 830-835, *869*, *1057*
  del cráneo, fracturas, 876
  del encéfalo, *884*
  de los metacarpianos, 680
  del sacro, 451
  del seno maxilar, 963
Basioccipital, *831*
Bazo
  accesorio, 281, *282*
  anatomía, *183*, *226*, 263, *264*, *325*
    de superficie, *264*
  biopsia con aguja, 282
  cara diafragmática, 263
  embriología, 263
  funciones, 263
  límites, 263
  palpación, *281*
  relaciones, 263
  rotura, 281
  sistema linfático, *267*
  tomografía computarizada, *323*
Bilateral, 7
Bilis, 268, *275*
Biopsia
  esplénica, 282
  esternal, 85
  hepática, 286
  mediastínica, 132-133
Bipedestación con facilidad, 542
Bipedismo, 659
Bloqueo (anestésico)
  epidural, 506
  epidural caudal, *398*, 398-399
  espinal, 398, 506
  ganglio cervicotorácico, 1017
  nervio
    alveolar inferior, 927
    bucal, 862
    ciático, 582
    frénico, 1009
    infraorbitario, 862
    intercostal, 97
    laríngeo superior, 1046
    mandibular, 927
    mentoniano, 862
    nasopalatino, 949
    palatino mayor, 949
    peroneo, 625
    peroneo superficial, 625
    pudendo, 398
    trigémino, 1081
  plexo braquial, 730
  plexo cervical, 1009
  región cervical lateral, 1009
Bloqueo (patológico)
  cardíaco, 157
  de rama, 158
Bocio, 1043, *1043*
Bolsa/s
  anserina, 646t, *646*
  articulación de la rodilla, 643, 645, 646t, *646*
  articulación del hombro, 799
  bicipitorradial, 804
  definición, 18
  del ancóneo, *804*
  del calcáneo, 598
  del gastrocnemio, *640*, 646t, *646*
  del obturador, 569
  del olécranon, *802*, 804
  del semimembranoso, *640*, 646t, *646*
  glúteas, *566*, *567*
  gluteofemoral, 566, *567*
  infrarrotuliana, 645, 646t, *646*
  isquiática, 566
  omental, 217, 221-222, 221-222, 259
  poplítea, 601, *640*, 646, 646, *646*
  prerrotuliana, *548*, *637*, 645, 646t, *646*
  retromamaria, 98
  subacromial, 800
  subcutánea, 18
  subdeltoidea, *798*, 800
  subescapular, *798*, 800
  subfascial, 17
  subtendinosa, 17
  suprarrotuliana, *548*, *635*, 645, 646t, *646*
  trocantérea, 566
Borde/s
  axilar, 675
  bermellón del labio, *859*
  costal, *20*, *73*, 75, *79*, 100, *102*, 103, *210*, *325*
  de la escápula, 675
  de la mandíbula, *823-824*
  de la tibia, 604
  del bazo, 263
  del corazón, 138, *138*
  del cúbito, *674*, 682
  de los pulmones
    anterior, *112*, 113
    derecho, 113
    inferior, *112*, 113
    izquierdo, 113
    posterior, 113
  falciforme, 532, *534*
  infraorbitario, 825, *825*
  interóseo, 521, 679
  lateral de la órbita, 836
  superior del manubrio esternal, *79*
  supraorbitario, 825, *825*
  vertebral, 675
Botón gustativo, *940*
Bóveda craneal. V. *Calvaria*
Brazo
  anatomía de superficie, 739-740
  arterias, *736*
  músculos, 731-736, 734t
  nervios, 737-739
  nervios cutáneos, 693
  venas, 737
Bregma, *823*, 828t, 829
Broncodilatadores, 118
Broncoscopia, 123, *124*
Bronquio/s
  aspiración cuerpo extraño, 123
  carina, 123, *124*
  lóbulo
    inferior, *112*
      derecho, *114*
    medio, *112*
    superior, *112*, *114*
  principal derecho, 114, 114, 124, 179
  principal izquierdo, 114, 114-115, 179
  segmentario, *114*, 115
Bronquiolos, *115*
  respiratorios, *115*, 116

  terminales, *115*, 115-116
Bulbo
  del pene, *369*, *376*, 412t
  del vestíbulo, 430
  olfatorio, *850*, *884*, 960, *960*, 1056, *1056-1057*, *1062*
  yugular, *1036*
Bulla etmoidal, *957*, 959, *961*
Bunio, 667
Bursitis
  articulación del codo, 815-816, *816*
  calcánea, 607
  infrarrotuliana, 665
  isquiática, 581
  por fricción, 581
  prerrotuliana, 664-665
  subacromial, 814
  suprarrotuliana, 665
  trocantérea, 581

C

Cabeza (en general)
  definición, 21
  de la escápula, 675, *676*
  del astrágalo, *523*, 524, *525*, 657, *658*
  del bíceps femoral, 572
  del cúbito, *674*, 678, 682, *683*, 764, *765*, *788*, *807*
  del epidídimo, 210, *215*
  del esternocleidomastoideo, 989, 991t, *991*
  del fémur
    anatomía, *26-27*, *332*, *512*, 516, *517*, 520, *522*, 626
    irrigación sanguínea, *632*
    ligamento, 630
    luxación de la epífisis, 526-527
    necrosis avascular, 660
    necrosis en niños, 660
  del húmero, *21*, *674*, *677*, 681, 739
  de los metacarpianos, 787
  de los metatarsianos, 525
  del páncreas, *242*, 266
  del peroné, 522, *522*, *557*, *579*, *603*, 604
  del radio
    anatomía, *674*, 678, 682, *683*, *745*, 764, *765*
    luxación, 817
    subluxación, 817
Cabeza (región)
  anatomía de superficie, 859
  cara. V. *Cara*
  cráneo. V. *Cráneo*
  cuero cabelludo, 843-844
  definición, 822
  hematoma, 876-877
  lesiones, 837, 876-877
  nariz. V. *Nariz*
  oído. V. *Oído*
  regiones, *836*, 859
  resonancia magnética, *70*
  sistema linfático, *1039*
  traumatismo cerrado, 875
Cadera, articulación de,
  anatomía, *510*
  arterias, 632
  artroplastia, 660
  cápsula, 630
  descripción, 626
  estabilidad, *628*
  flexores, 546t
  irrigación sanguínea, 632
  ligamentos, 630, *631*
  luxación, 660-661
    congénita, 660
  movimientos, 632
  nervios, 632, 634
  superficies articulares, 626, 629-630
Caja torácica
  anatomía, *186*
  descripción, 72, 184
  flexibilidad, 74
  forma, 74
  funciones, 74
Calcáneo
  anatomía, *513*, *523*, 524
  bolsa, 597t, 597-598
  fracturas, 529, *530*
  tendinitis, 606-607
  tendones
    anatomía, 34, 592, 596-597, 597t, 601, 604, 649, 658
    reflejo, 607
    rotura, 607
  tuberosidad, *523*, 524, 597
Calcitonina, 1018
Cálculo/s, 950
  biliares, definición, 286
  biliares en el duodeno, 287
  renales, 300
  ureterales, 300, 373
Cálices
  mayor, 292, *293*
  menor, 292, *293*
Callo, 667
  fracturas, 23-24, *24*
Calostro, 104
Calvaria
  anatomía, *21*, 822, 838
  molde, *840*
Cámara anterior del ojo, 912
Campos visuales
  defectos, 1080
  descripción, 1061
Canal/es de Guyon, 761, *763*, 792
Cáncer. V. también *Carcinoma*
  cervical, 395
  diseminación, 45
  escrotal, 215
  esofágico, 1049
  laríngeo, 1046
  metástasis, 45
  pancreático, 283, 318
  pulmonar, 125
  testicular, 215
  uterino, 211-212
Capa vascular del globo ocular, 894, 895
Capilares
  características, 41-42
  disposición, 41
  linfáticos, 43
  paredes, 42
  periósticos, 22
Capítulo, 20, *21*, 677
Cápsula/s
  adiposa perirrenal, *291*, *310*, *324*
  articular, *26*, 81, 466
  de Glisson, 276, *276*
  de la articulación
    acromioclavicular, *795*, 796
    atlantooccipital, 467, *469*
    cricotiroidea, *1024*
    de la cadera, *627*, 630
    de la rodilla, *586*, *635*, 636, *637*
    del codo, 800
    del hombro, 796-798, *799*, *854*
    esternoclavicular, 793, 794
    radiocarpiana, 809
    talocrural, 648, *649-650*
    temporomandibular, *919*
  de la lente, 897
  de la próstata, 377
  de la tiroides, 1018, *1019*
  de las articulaciones intercarpianas, 810
  del bazo, 264
  del hígado, *271*, 276, *276*
  ótica, 973
Capsulitis adhesiva, 815
Cara
  arterias, 855-858
  descripción, 844
  heridas, 860
  incisiones, 860
  músculos, anatomía, 844-849
  músculos, parálisis, 861
  nervios cutáneos, 849-855
  nervios motores, 853-855
  sistema linfático de, 858, *859*
  venas, 856, *857*, 858
Cara/s
  articular/es, *21*
    de las vértebras cervicales, 446
    del cóndilo lateral, *639*
    inferior, 76, *77*, *442*, *447*, *452*
    peroné, 520
    superior, *21*, 76, *77*, *442*, *447*, *452*
  costal de los pulmones, *111*, 113
  definición, 21
  de la articulación de la rodilla, *639*
  de la escápula, 675
  de las vértebras torácicas, 76
  del cartílago tiroides, *1027*
  del corazón, 138, *138*
  del esternón, 673
  del hígado, 269-271
  de los dientes, 932
  del radio, 688
  del sacro, 451
  diafragmática
    del corazón, 138, *138*, *146*
    del hígado, 269
    de los pulmones, *112*, 113
  esternocostal, 138, *146*
  inferior, *639*
  media, *639*
  mediastínica de los pulmones, *111*, 113
  para la clavícula, *676*

Cara/s *(cont.)*
  poplítea, 584
  pulmonar derecha, 138
  pulmonar izquierda, 138, *138*
  superior, *639*
Carcinoma. V. también *Cáncer*
  broncógeno, 123, 125
  definición, 45
  diseminación linfógena, 45
  escamoso labio, 864
  estómago, 255
  lingual, 950
  mama, 104-105
Cardiología, 3
Cardiopatía
  isquémica, 156
  valvular, 153-154
Caries dental, 947
Carpo, *20*
  arterias, 759t, *759*
  corte transversal, *746*
  definición, 771
  descripción, 809
  fracturas, *686*, 817, *818*
  huesos, 679-680, *807*
  inervación, 809
  irrigación sanguínea, 809
  ligamentos, 809
  movimientos, 809, *810*
  músculos que movilizan el, 809
  quiste sinovial, 767
Carreras, 542
Cartílago (con denominación)
  alar, 955
  aritenoides, 1023, *1024-1025*, *1027*
  corniculado, 1023, *1024-1025*, *1044*
  costal, *20*, *73*, 74, 76, *79*, *88*, *163*, 179, *190*, *223*, *306*, *324*, 1002t, *1002*
  cricoides, *229*, *1020*, 1023, *1026*, *1031-1033*, 1039, *1050*
  cuneiforme, 1023, *1024-1025*
  epiglótico, 1023, *1024-1025*
  fibrocartílago, *984*
  hialino, 113
  nasal lateral, *961*
  sesamoideo, *961*
  tabique, 955
  tiroides, 982, 984, 1003, 1023, 1024-1026, 1041
  traqueal, *1024*, 1030
  tritíceo, *1024*
Cartílago (en general)
  anatomía, 22
  articular, 19, *23*, *26*, *627*, 799
  cambios relacionados con la edad, *20*
  definición, *20*
  funciones, *20*
  trirradiado, 328, *329*, 514, *514*
Carúncula
  himeneal, *428*, 430
  lagrimal, *892*, 909
  sublingual, 940, *941*, *950*
Catabólico, 64
Cataratas, 911
Cateterismo cardíaco, 151
Cateterización cardíaca derecha, 1008
Caudal, 6, *8*
Cavidad/es
  abdominal
    anatomía, *328*, *339*
    definición, 184
    regiones, 184, *185*
  abdominopélvica, *184*, *339*
  articular, 25, 26
  articulaciones uncovertebrales, *465*
  bucal. V. también anatomía específica
    anatomía, *937*, *1033-1034*
    partes, 928
    propiamente dicha, 928, *935*
  cardíacas, 135-136
  craneal, 835-836
  glenoidea, *676*, *798*
  infraglótica, 1023, *1025-1026*
  laríngea, 1023
  medular del hueso, *20*
  nasal, *935*, 956, *956*, 958, *960*
  pélvica, 184
    descripción, 338
    paredes, 338-339, *340*
    suelo, 339-343
  pericárdica, 129, *129*, *1031*
    desarrollo, 129
  peritoneal
    descripción, 217, 343, *365*
    embriología, 218-219
    formación de abscesos, 224
    morfología, 218
    subdivisiones, 221-223, *222-223*
  pleural, *107*, *1031*
    definición, 108
    derecha, *324*
    izquierda, *324*
    neumotórax, 120-121
    toracotomía, 83-84, *84*
  pulmonar
    base, *110*
    revestimiento, *107*, 108
  pulpar, 934, *934*
  timpánica, *966*, 967, 970, *971*
  torácica
    anatomía, *339*
    compartimiento, 106, *107*, 108
    descripción, 72, 83
    pulmones. V. *Pulmón/es*
    tráquea, 114
    vísceras, 106-180
  túnica vaginal, *209*
  uterina, *437*
Cefaleas
  de origen dural, 876
  descripción, 837
Cefalohematoma, 861
Cejas, 859
Celdilla/s
  etmoidales, *841*, 960, *961*
    anteriores, 960, *961*
    medias, *957*, 960, *961*
    posteriores, *957*, 960, *961*
  mastoideas, *1073*
Celoma intraembrionario, 218
Célula/s
  acinares, *265*
  astrocitos, 46
  de Hensen, *976*
  de Schwann, *47*, *49*
  ganglionares
    de la retina, 1061
    parasimpáticas, 118
    simpáticas, 118
  mitrales, 1056, *1062*
  pilosas en máculas, 975
  satélites, 35-36, 46
Cemento, 932, *934*
Centro
  de osificación primario, 22, *22*
  de osificación secundario, 22, *22*
  tendinoso, 306
Cerebelo, 866, 878, 1022
Cerebro
  anatomía, 878
  conmoción, 885
  contusiones, 886
  heridas, 886
  infarto, 888
Cerumen, 967
Cérvix. V. *Cuello uterino*
Chalazión, 910
Cianosis, 1009
Ciática, 475
Cicatrices, 15
Ciclo cardíaco, *135*, 136, 148
Ciego
  anatomía, *183*, 226, 239, 247-249
  arterias, *249*, 250t
  definición, 247
  nervios, 249, 252
  sistema linfático, 249
  subhepático, 260
Cifoescoliosis, 481
Cifosis
  definición, 470
  excesiva, 480
Cilios olfatorios, 1054, *1062*
Cinerradiografía, 151
Cinetosis, 979
Cintura
  escapular
    anatomía, *20*, *73*, 672, *793*
  pélvica
    anatomía, *20*, *512*, 672
    anatomía de superficie, 520
    articulaciones, 330-332
    características, 328-330
    definición, 327, 510
    descripción, 510
    funciones, 327
    funciones secundarias, 327
    huesos, 328-330
    ligamentos, 330-332, *563*
    orientación, 330
    traslado del peso, *512*
Circulación
  colateral, 39, 726
    coronaria, 145
  líquido cefalorraquídeo, 881

  pulmonar, 37, *38*, *116*
  sistémica, 37, *38*
Círculo
  arterial de Willis, 883
  de Willis, 883
Circuncisión
  femenina, 432
  masculina, 426-427
Circunducción, *10*, 11
Circunvolución poscentral, *879*
Cirrosis hepática, 254, 285-286, 417
Cirugía
  a tórax abierto, 121
  abordaje intratorácico extrapleural, 96
  conservadora de mama, 105
  endoscópica, 199
  mastectomía, 105
    parcial, 105
  mínimamente invasiva, 199
  peritoneal, 223
Cisterna
  ambiens, 881
  cerebelobulbar, 880, *880*
  cerebelomedular. V. *Cisterna cerebelobulbar*
  cuadrigémina, *880*, 881
  del quilo, 44, 45, 169, 207, 316, *1051*
  interpeduncular, *880*, 881
  lumbar, *475*, *497*, 498, 501
  magna, *957*
  pontocerebelosa, *880*, 881
  quiasmática, *880*, 881
  subaracnoidea, *880*
Cistocele, 373
Cistoscopia, 374, *374*
Cistotomía suprapúbica, 373-374
Citología vaginal, 995, *395*
Claudicación intermitente, 608
Clavícula
  anatomía, 20, 27, 73, 119, 183, 672, 675, 1007, 1008, 1050
    de superficie, 99, *102*, 707
  aspecto radiográfico, *66*
  fractura, 684
  osificación, 684
  variaciones, 683
Clítoris, *386*, *403*, *406*, 430
Clivus, *829*, *834*, 835, 882
Coanas, 831, 938, 1032
Cóccix
  anatomía, *20*, *328-329*, *333*, *403*, *435*, *437*, 451-452
    de superficie, 452-453, *453*
  lesiones, 461
  vértice, *340*, *567*
Cóclea, 969, 975, 976, 1071
Codo, articulación, 800
  anatomía, 27, *27*, *672*, *802*
  ángulo de transporte, *803*
  bolsas circundantes, 804
  bursitis, 815-816, *816*
  cápsula, 800
  descripción, 800
  irrigación sanguínea, 804
  ligamentos, 800, 803, *803*
  luxación, 817, *817*
  movimientos, 803, *803*
  músculos extensores, *803*
  músculos flexores, *803*
  músculos que movilizan la, *803*, 803-804
  nervios, 804
  radiografías, *802*
  tendinitis, 766
Cola
  de caballo, 441, 451, 452, 475, 497, 499, 50x
  del epidídimo, 210, *215*
  del páncreas, 267
Colecistectomía, 225, 287-288
Colecistocinina, 280
Colectomía, 260
Cólico
  biliar, 287
  ureteral, 300
Colitis, 260
  ulcerosa, 260
Colon. V. también *Intestino; Recto*
  anatomía, 249, 251-253
  ascendente, *183*, *226*, *232*, *239*, *248*, 249
  descendente, *183*, *221*, *226*, *239*, *248*, *293*, *302*
  descripción, 249
  sigmoide, *183*, *226*, *239*, *248*, 253, 261, 365, *370*, *410*
  transverso, *183*, *220-221*, 226, 233, 239, 251, *269*, *286*
Colonoscopia, 260-261, *261*
Colostomía, 260
Columna
  anal, 411, 413-414
  vertebral
    anatomía, 440, *441*
    arterias, 472-473
    articulaciones, 464-469
    cervical, 985
    curvaturas anormales, 480-482, *481*
    curvaturas normales, 470-472, *481*
    definición, 464
    flexibilidad, 440
    flexión, 470
    lesiones por hiperflexión, 478
    ligamentos, *473*
    movimientos, 470
    nervios, 473-474
    regiones, *441*
    rotación, *470*
    traumatismos, 985
    vascularización, 472-473
    venas, *472*, 472-473
Comisura/s
  anterior, *879*
  labial, 846, 860
    anterior, *428*, 429
    posterior, *428*, 429
  palpebral lateral, 891, *892*
  palpebral medial, 891, *892*
Compartimiento/s
  aductor, 773
  de la palma de la mano, 773, *774*
  de la pierna
    anterior
      anatomía, *533*, *571*, *598*
      arteria, 594
      músculos, 589, *592*
      nervio, 592, 593t, *593*
    infecciones, 605
    lateral
      anatomía, *588*, 591t, 595-596
      músculos, 595-596
    medial, *533*, *571*
    nervios, 596
    posterior
      anatomía, 533, 571, 588, 597, 599
      arterias, 602-603
      músculos, 596-602, 597t-598t, 600-602
      nervios, 602
    vasos sanguíneos, 596
  de la planta del pie
    central, 610
    dorsal, 610
    interóseo, 610
    lateral, 610
    medial, 610
  del antebrazo, 744, 746
  fasciales, 16, 34
  hipotenar, 773
  infracólico, 221
  infratentorial, 867
  supracólico, 221
  supratentorial, 867
  vaina femoral, 553
Compresión
  de la arteria
    axilar, 728
    braquial, 742
    facial, 863
    femoral, 560
  de las venas, 41
  de la vena renal, 298
  del nervio cubital, 760, 792
  del nervio oculomotor, 1080
Comunicación
  arteriovenosa, 42
  interventricular, 152
Concha, 966, *967*
  nasal. V. *Cornete nasal*
Cóndilo
  definición, 20
  de la mandíbula, *919*
  de la tibia lateral, *513*, 520, *525*, 564t, *564*
  de la tibia medial, *513*, 520, *525*
  del fémur lateral, 21, 513, 518, 520
  del fémur medial, *513*, 518, 520
  del húmero, 677, *677*
  occipital, 446, *829*, *831*, 952
Condroblastos, 22
Condromalacia rotuliana, 558-559
Conducción miógena, 158
Conductillo/s
  lagrimal, 892, 893
  biliares, 277
Conducto/s
  aductor, 551, 556, *556*, *558*
  alveolar, *115*, 116
  anal
    anatomía, *239*, *365*, *371*, *436*, *438*
    arterias, 413

Conducto anal *(cont.)*
    definición, 411
    flexura anorrectal, 370
    inervación, 414
    venas, 413-414
  auditivo externo, *823*, *826*, 828, *854*, *917*, *952*, 967, *967*, *969*, *1004*
  auditivo interno, *829*, *834*, *966*, 975, *976*, 977, 1074
  biliares, 265, 277-278
  carotídeo, 831, *831*
  central, *880*
  cervicoaxilar, 713, *720*
  cístico, *265*, *269*, *275-276*, 277, 280
  coclear, *974*, 975-977
  colédoco, 241, *242*, 266, *271*, *275*, 277-278, *322*
  condíleo, *829*, 833t
  cubital, 761, *763*, 792
  deferente, 201, 203, 204-205, 207, 290, 340, 345, 354, 363, 376-377, 422
  de la glándula bulbouretral, *369*
  de las glándulas uretrales, 418
  del cuello útero, *383*, 385, 389, *437*
  del epidídimo, 210, 392
  del epoóforo, 392
  del nervio hipogloso, *829*, *831*, 833t, 835, 1075
  de Nuck, 212
  embrionarios, 392
  endolinfático, 975, *1071*
  espiral de la cóclea, 975, *1071*
  eyaculador, 377
  femoral, *552*, 553-554
  frontonasal, 960
  galactóforos, 98, *98*, *177*
  gástrico, *233*
  hepático, *269*, *271*
    accesorio, 286
    común, 277, *278*
    derecho, 277
    izquierdo, 277
    variaciones, 286
  incisivo, *960*
  inguinal
    anatomía, 191-192, 203
    desarrollo, 205-206, *206-206*
    descripción, 203
    efectos de la presión intraabdominal, 205-206
    en la mujer, *206*
    límites, 204t
  intralobulillar, *265*
  linfático derecho, 44, 45, 101, 117, 170, 720, 1039, 1051
  mesonéfrico, *206*
  nasolagrimal, *892*, 893
  obturador, *341*, 357, 516
  óptico, *831-832*, 833t, *870*, *889*, 891, 1061
  palatino, *961*
  pancreático, *275*
    accesorio, *265*, 267, *275*
    esfínter, 267
    principal, 241, *265*, 267
  paramesonéfrico, *206*
  parotídeo, 845, 915, 918, 925, 1073
  pélvico, 335
  pericardioperitoneal, 108
  pilórico, 231, *233*
  prostático, 379
  pterigoideo, *832*, *850*, 893, 923, 951, *953*, *961*, 970, 1069
  pudendo, 342, 402, 407, 410, 421
  radicular, 934, *934*
  reuniens, *974*, 975
  sacro, 398, 451, *452*, *461*
  semicircular/es, *966*, *970*, *974*, 975, *1071*
    membranosos, *974*, 975
  submandibular, 940, *941*, 945, *945*, *998*
  tirogloso, 1041, *1041*
  torácico
    anatomía, *44*, 45, *101*, 117, *118*, *165*, *167*, 169, *186*, 316, 982, *1013*, *1020*, *1051*, 1052
    desgarro, 175-176
    variaciones, 176
  utriculosacular, 975
  venoso, 270
  vertebral, anatomía, 324, 441, 475, 497
  vertebral, contenido, 496-506
Confluencia portal, *324*
Conjuntiva
  bulbar, *890*, 891, *895*, 907
  hiperemia, 910
  palpebral, *850*, *890*, 891, 908
  pliegue semilunar, *892*
Conmoción cerebral, 885
Cono
  arterioso, 139, *140*, 179
  elástico, 1023, *1024-1027*
  medular, 441, 497, 499, 505
Contractura
  de Dupuytren, 789
  de Volkmann, 742
Contrafuerte
  borde orbitario lateral, 836
  frontonasal, 836
Contralateral, *7*
Contusión
  cerebral, 886
  de la cadera, 558
  de la cresta ilíaca, 558
  del extensor corto de los dedos, 624
  del muslo, 558
Copa óptica, 897
Cor pulmonale, 124
Corazón
  anatomía de superficie, 171-172
  angiografía por resonancia magnética del, *180*
  anomalías posicionales, 134
  auscultación, 173
  base, 137, *137*
  bordes, *137*
  caras, *137-138*
  cavidades, 135-136
  cruz, *146*
  derecho, 135
  desarrollo, *130*
  descripción, 135
  desfibrilación, 159
  dextrocardia, 134
  dolor referido, 159
  drenaje linfático, 148
  electrocardiografía, 157
  endocardio, *129*, 136
  epicardio, 129, 136
  esqueleto fibroso, 136, *136-137*, 139, 149
  estimulación parasimpática, 65t
  estimulación simpática, 65t
  fibrilación, 159
  inervación, 150
  irrigación arterial, 144-148
  izquierdo, 135
  marcapasos para, 158-159
  miocardio, *129*, 136
    disposición, *137*
    hipertrofia, 37
  nódulo
    atrioventricular, 149, *149*
    auriculoventricular, 149, *149*
    sinoatrial, 148, *149*
    sinoauricular, 148, *149*
  paredes, 136
  percusión, 153
  posición, 136
  reanimación cardiopulmonar, 159
  sistema de conducción, 148-149, *149*, 157-158
  valvas, 153
  válvula aórtica
    anatomía, *137*, *143-144*
    estenosis, 154
    insuficiencia, 154
    valvas, 153
  válvula mitral
    anatomía, *135*, *143*
    cúspides, 143-144
    insuficiencia, 154
  válvula pulmonar
    anatomía, *135*, 143
    estenosis, 154
  válvulas semilunares, 143-144
  válvula tricúspide
    anatomía, *135*, 139, *143*
  vascularización, 144-148
  venas, 148, *148*
  vértice, *66*, *109*, 137, *137*, *146*, *183*, *226*
Cordón/es
  espermático
    anatomía, *190*, *204*, 206-207, *209*, *376*, *436*
    hidrocele, *214*
    torsión, 214
  umbilical, *259*
Córnea
  anatomía, 894, *895*, 897, *907*, 908
  erosiones, 912
  heridas, 912
  trasplante, 912
  úlceras, 912
Cornete nasal
  inferior, 825, *841*, *892*, *935*, *939*, 958, *961-962*, *1022*, *1033*
  medio, 825, *841*, *935*, *939*, 958, *961-962*, *1022*, *1033*
  superior, *935*, *939*, 958, *962*, *1033*

Coroides, 894, *895*
Corona del diente, 932
Corteza
  cerebral, *843*
  suprarrenal, 294
Costilla/s
  anatomía de superficie, *102*
  articulaciones costovertebrales, *77*
  atípicas, *75*, 76
  cabeza de las anatomía, 74, *75*
  cabeza de las articulaciones, 79
  cartílago costal, 74, 76
  cervicales, 460
  cuarta, *109*
  cuello, 74, *75*
  cuerpo, 74, *75*
  décima, *73*, 74, *109*, *233*, *290*
  definición, 74
  doceava, *73*, 74, *75*, *79*, *306*, *312*, *363*
  falsas, *73*, *74*
  flotantes, *73*, *74*
  fractura, 83
  imágenes generales, *20*
  luxación, 85
  movimientos, *82*
  novena, *121*
  octava, *73*, *75*, *92*
  onceava, 74, *75*, *363*
  primera
    anatomía, *73*, 74, *75*, *79*, *109*, *162*, *168*, *995*, *1013*
    aspecto radiográfico, *66*
    sincondrosis, *73*, 78, 81
    surco, *112*
  quinta, *80*, *119*
  recuento, *77*
  rotación, *77*
  segunda, *73*, 74, *98*, *119*, *486*
  separación, *85*
  séptima, *73*, *233*
  sexta, *80*, *98*, *109*
  supernumerarias, 84
  típicas, 74, *75*, *77*
  tubérculo, 74, *75*, *77*, 79, *80*
  verdaderas, *73*, 74
Coxa
  valga, 526
  vara, 526
Coxal
  anatomía, *510*, *514*, 514-516
  definición, *514*
  derecho, 328
  en el lactante, 328
  en niños, 328
  fracturas, 526
  fusión puberal, 328
  ilion
    anatomía, 328, *329*, *512*, 514, *514*, 516
    resonancia magnética, *324*
  isquion
    anatomía, 328, *512*, 516
    cuerpo, 328
  izquierdo, 328
  posición anatómica, 516
  pubis, 328, 428, 516
  traumatismos, 526
Craneal, *6*, *8*
Cráneo
  base
    anatomía, 822, 830-835, *869*, *1057*
    fracturas, 876
  calvaria, *21*, 822, 838
  cambios relacionados con la edad, 841
  cara facial, 822-827
  cara lateral, 827-828
  cara occipital, 828-829
  cara superior, 829
  contrafuertes, *836*
  del recién nacido, 28
    articulaciones, 28
  desarrollo, 839-840
  descripción, 822
  hueso esfenoides, *823-824*
  hueso frontal, *823-824*
  hueso lagrimal, *823*
  hueso nasal, *823*
  imágenes generales, *20*
  malformaciones, 841-842
  neurocráneo, 822, *823*
  occipucio, 828, *829*
  osificación, 839
  partes, 822
  puntos craneométricos, 828t
  superficie externa, 829-830
  superficie interna, 830-835
  suturas. V. *Sutura/s*
  viscerocráneo, *823*, 824
Craneosinostosis, 841-842
Craneotomía, 860
Cresta
  ampular, 975, *976*
  definición, 21
  del seno sagital, *869*
  del supinador, 678
  esfenoidal, 834, *834*
  etmoidal, *957*
  frontal, 832, *834*, 867, *869*
  hueso lagrimal, *889*
  ilíaca, 21, 186, 210, 311, 328, 329, 510, 513-515, 519, 533, 563, 575, 578, 579, 631
  infratemporal, *917*, *952*
  intertrocantérea, 513, 517, 518, 630
  mamaria embrionaria, 106
  occipital externa, 829, *831*, *871*
  occipital interna, *834*, 835, *869*
  ósea, *19*, 21
  petrosa, *834*
  pubis, *186*, 188, 211, *290*, *329*, *513*, *515*
  sacra intermedia, 451, *452*
  sacra lateral, 451, *452*
  sacra media, *452-453*
  supracondílea, *753*
  supracondílea lateral, *674*, *677*
  supracondílea medial, *674*, *677*
  supramastoidea, *917*
  supraventricular, 139, *140*
  terminal, 139, *140*, *149*
  transversa, *78*
  uretral, 368, *369*
Cricotirotomía, 1039, 1045
Criptitis, 416
Crista galli, 834, 841, 868-869, 961
Cuadrantectomía, 105
Cuadrante/s
  del abdomen, *185*
  de las mamas, 104, *104*
  inferior derecho, *185*
  inferior izquierdo, *185*
  superior derecho, *185*
  superior izquierdo, *185*
Cúbito
  anatomía, *19*, 677-678
  derecho, *678*
  fracturas, 685-686
  radiografías, *802*
Cuboides, *513*, *523*, 524, *525*
Cuello (en general)
  de la escápula, 675, *676*
  de la mandíbula, 837, *838*, *919*
  de las costillas, 75, *75*, *487*
  del astrágalo, anatomía, *523*
  del astrágalo, fracturas, 529, *530*
  de la vejiga urinaria, 366
  del fémur
    anatomía, *512*, 516, *517*, *627*
    fracturas, 659-660
    irrigación sanguínea, *632*
  del húmero, *674*, 676
  del páncreas, 266
  del peroné, *522*, 604
  del radio, 678
  del útero, *383*
Cuello (región)
  anatomía de superficie, 1005-1007
  descripción, 982
  disección radical, 1052
  estructuras profundas, 1012-1017
  estructuras superficiales, 989-1007
  fascias, 985-988
  huesos, 982-984
  infecciones, 988-989
  laringe. V. *Laringe*
  lesiones por latigazo cervical, 459, 478, *478*
  músculos, 492-493, 991t
  piel, 1005
  punto nervioso, 996
  raíz
    arterias, *1014*, 1014-1015
    descripción, 1012-1017
    nervios, *1016*, 1016-1017
    venas, 1015, *1016*
  sistema linfático, *1039*, 1051-1052
  traumatismo por hiperextensión, 478, *478*
  traumatismos, 1049
  venas, *995*
  vísceras
    capa alimentaria, 1032-1038
    capa endocrina, 1018-1021, 1039-1040
    capa respiratoria, 1021-1032, 1039-1040
Cuello uterino, 385
  anatomía, *346*
  cáncer, 395
  exploración, 395
Cuerda/s
  de arco, 18

Cuerda/s *(cont.)*
  del tímpano, 921, *925*, 941, *971*, *1069*
  tendinosas, 140, *140*, *142-143*
Cuero cabelludo
  arterias, 856
  capas, *843*, 843-844
  descripción, 843
  desgarros, 864
  heridas, 860
  infecciones, 860-861
  músculos, 844
  nervios, 853
  propiamente dicho, 860
  sistema linfático, 858, *859*
  traumatismos, 860
  venas, 856-858
Cuerpo
  adiposo
    de la fosa isquioanal, 410
    de la mejilla, 930
    de la órbita, 891
    infrarrotuliano, 557, 636
    isquioanal, *407*
    pararrenal, *291*
  pararrenal, 291
  anococcígeo, 342, *342*
  calloso, *879-880*
  carotídeo. V. *Glomus carotídeo*
  cavernoso, *376*, 419, *421*, *435-436*
  ciliar, 896
  de la escápula, 675
  de la lengua, *940*
  de la mandíbula, 827
  de la tibia, 520, 604
  de la vejiga urinaria, 306
  de la vesícula biliar, 278
  de las costillas, 74, *75*
  de las falanges, 525
  del astrágalo, 522, 523
  de las vértebras lumbares, *291*
  del clítoris, *430*
  del cúbito, 678
  del epidídimo, 210, *215*
  del esfenoides, *870*, *889*, *1032*
  del esternón, 73, 78-79, 100, 128, 698
  del estómago, 231, *233*
  del fémur, *512*, *517*, 518, 520
  del hioides, 984
  del hueso, *20*
  del húmero, anatomía, 676, 682
  del húmero, fractura, 685, 742
  del ilion, 328, *329*
  del isquion, 328, 516
  de los metatarsianos, 525
  del páncreas, 235, 266-267
  del pene, 419
  del peroné, 522
  del pubis, 328, 516, 520
  del radio, *674*, 678, *690*
  del útero, *383*, 385, *437*
  esponjoso, *376*, 419, *420*, *435-436*
  extraños, aspiración de, 123, 1044-1045
  extraños en la laringofaringe, 1047
  geniculado lateral, 1061, *1063*
  organización basada en capas, 2
  partes, *3*, 6-7
  perineal, 342, 389, 414, 421, 424t, 428
  vertebral, *26*, *466-467*, 480, *1026*
    articulaciones, 464-465
    resonancia magnética, *324*
    T4, 179
    T5, 179
    T6, 179
    T8, 179
    tomografía computarizada, *323*
    vértebras cervicales, *445*, *447*
    vértebras lumbares, 450
    vértebras torácicas, 448t
  vítreo, *895*, 898
Culdocentesis, 397
Culdoscopia, 397
Cuneiformes, *609*
  intermedio, *523*, 524
  lateral, *523*, 524
  medial, 513, 523, 524-525, 525
  primero, *650*
Cúpula pleural, *150*
Curvatura (con denominación)
  mayor, *68*, 232, *232-233*
  menor, 232, *232-233*
Curvatura (en general)
  cervical, 470
  de la columna vertebral, 470-472
  lumbar, 470
  primaria, 470
  sacra, 470
  secundaria, 470
Cúspide/s
  anterior, *140*
  de la válvula mitral, *142-143*

D

Dartos, *192*, 208, 208t, 404, *407*
Dedo/s
  de béisbol, 766
  de la mano
    fracturas, 687
    imágenes generales, *20*
    isquemia, 790
  de los pies en martillo, 667
  del pie
    dedo gordo, 510, *534*, 535, *609*, 656-657
    dedo pequeño, *534*, *609*
    en garra, 667
    en martillo, 667
  en martillo, 667, 766
Defectos
  del tabique
    interatrial (interauricular), 152
    interventricular, 152
  del tubo neural, 463
Defensa muscular, 198
Deferentectomía, 381
Degeneración
  anterógrada, 54
  walleriana, 54
Deglución, 1034, *1035*
Dendritas, 46, *47*, *49*
Dentina, 932, *934*
Depresión, *10*, 11
  semilunar, 142
Derivación
  aortocoronaria, 133, 156, *157*
  portocava, 285
  portosistémica, 285, 288
Dermatoglifos, 792
Dermatomas, 480
  abdomen, pared anterolateral, 193
  definición, 51, *51*
  miembro inferior, 538, *539*
  miembro superior, 693, 694t, *694*
  tórax, 98, *93*
Dermis
  anatomía, 13, *13*
  fibras de colágeno, 12
Derrame
  pericárdico, 133
  pleural, 121
Desarrollo
  de la mandíbula, 840-841
  de las meninges, 505
  del conducto inguinal, 205-206, *205-206*
  del corazón, *130*
  del cráneo, 839-840
  del espacio subaracnoideo, 505
  del húmero, 22
  del miembro inferior, 510, *511*, 512
  de los dientes, 840-841
  de los huesos, 22
  de los pulmones, 129
  del pericardio, *130*
Desfibrilación, 159
Desgarro/s
  cerebrales, 886
  corneales, 912
  de la arteria femoral, 560
  del conducto torácico, 175-176
  del cuero cabelludo, 864
  de los arcos palmares, 790
  descripción, 15
  faciales, 860
Desviación mediastínica, 121
Dextrocardia, 134
Diáfisis. V. *Cuerpo*
Diafragma (de la silla)
  abombamiento, 869
  anatomía, 867, *868*
Diafragma (urogenital), 406, 408
Diafragma
  acciones, 309
  anatomía, *110-111*, 325
  arterias, 307, *307*
  cúpula
    derecha, *66*, *226*, 306
    descripción, 306
    izquierda, 306
    radiografías, *177*
  defecto posterolateral, 317
  definición, 306
  descripción, 91
  dolor referido, 317
  funciones, 91, 193, 306
  inserción costal, *109*
  inserción vertebral, *109*
  nervios, *308*

  orificios, 308-309
  papel en la inspiración, 91
  parálisis, 85
  pélvico, 184, 339, 339-340, 342
  pilares, *168*, 230, 306, *306*, *322-323*
  porción costal, 306, *306*
  porción esternal, 306, *306*
  porción lumbar, 306, *306*
  rotura, 309
  sistema linfático, *308*
  torácico, 184
  venas, 307, *307*
Diálisis
  peritoneal, 224
Diástole, 136, 144, 153
Diencéfalo, 878, *879*, *1063*
Diente/s
  anatomía, *27*
  fractura, 476, *476*
  accesorios, 947
  arterias, 934
  caninos, 932, 933t, *933*, *948*
  caries, 947
  de C2, *441*, 455, 460
  deciduos, 930, 933t, *933*
  del axis, 446, 447, 469, 1022, 1031
  desarrollo, 840-841
  extracción, 948
  funciones, 930
  incisivos, 932, 933t, *933*
  inervación, *931*
  mandibulares, 827
  maxilares, 825, *915*
  molares, *929*, 932, 933t, *933*, 948, *948*
  nervios, *931*
  partes, 932, 934
  permanentes, 932
  premolares, *825*, *948*
  secciones, *934*
  secundarios, *932*, 933t, *933*
  seno maxilar y, 964, *965*
  supernumerarios, 947-948
  tipos, 932
Digestión, 227
Diploe, *834*, 835, *962*
Diplopía, 1080
Disartria, 989
Disco/s
  articular de la articulación, 26
    esternoclavicular, *1020*
    radiocubital distal, 806
    temporomandibular, 916, *919*
  interpúbico, 332
  intervertebral
    anatomía, 26, *26*, *73*, *77*, 332, 440, *443*, *464*, *502*, *1022*
    envejecimiento, 463, 474
    estructura, 464
    función, 464
    lesión, 480
    ligamentos, *465*
  óptico, *895*, 897, *897*, 1061
Disecciones, 3
Disfagia, 229, 989, 1082
Disfonía, 1082
Disnea, 96, 309
  aguda, 124
Dispareunia, 434
Distal, *7-8*
Distensión
  de la espalda, 495
  de la vagina, 396
  del dorso, 495
  del escroto, 426
  del gastrocnemio, 607
Distonía cervical, 1008
Disuria, 381
Divertículo
  de Meckel, 258, *260*
  ileal, 258, *260*
Diverticulosis, 261
Doctrina de Monro-Kellie, 888
Dolor
  abdominal, 318
    posterior, 318
  anginoso, 156, 159
  articulación cigapofisaria, 480
  cervical, 985
  de espalda, descripción, 480
  de espalda, localizado, 480
  facial, 837
  infarto de miocardio, 156
  muscular, 35
  pararrenal, 298
  peritoneal, 217
  pleural, 125
  referido
    cardíaco, 159
    diafragma, 317
    visceral, 159, 257
  torácico, 83
  ureteral, 373
Dorsiflexión. V. *Flexión dorsal*
Dorso
  definición, *7-8*
  de la columna vertebral. V. *Columna vertebral*
  de la nariz, 859
  de la silla, *829*, *832*, *869*, *883*
  distensión, 495
  esguince, 495
  músculos
    anatomía de superficie, *492*
    descripción, 482
    espasmo, 496
    extrínsecos, 482
    intrínsecos,
      capa intermedia, *484*, 485, *486*
      capa profunda, 485, *487*, 488
      capa superficial, *484*, 485
      descripción, 482
  vértebras. V. *Vértebra/s*
  visión global, 440
Duodeno
  ampolla, 241
  anatomía, *220*, *238*, *240*, *265*
  arterias, 241
  cálculos biliares, 287
  definición, 239
  ecografía, 322
  porción ascendente, *240*, 241, 242t
  porción descendente, *240*, 241, 242t, *265*
  porción horizontal, 241, 242t
  porción superior, 239, *240*, 242t
  resonancia magnética, *324*
  sistema linfático, 241, *243*
  tomografía computarizada, *323*
  úlceras, 257
  venas, 241
Duramadre
  anatomía, 47, *49*, *461*, 498, *499*, 500, *843*, 865-872, *962*
  /aracnoides, interfase, *473*, *500*, 501
  arterias, *871*
  capa meníngea, 865-867, *866*
  capa perióstica, 865, *866*
  espinal, 498, 500
  inervación, 500
  nervios, 872, *873*
  senos venosos, 867, 869-871, *870*. V. también *Seno/s*
  superficie externa, *868*

E

ECG. V. *Electrocardiografía*
Ecocardiografía, 154, *154*
Ecografía
  de la aorta, *322*
  del abdomen, *69*, *322*
  del duodeno, *322*
  del hígado, *322*
  descripción, 67-68, *69*
  Doppler, 67
  transvaginal, 68
Edema papilar, 911
Efecto Doppler, 68
Eje de la pelvis, *328*, 338, *339*
Ejercicios de Kegel, 434
Electrocardiografía, 157
Electromiografía, 36
Elefantiasis, 426
Elementos
  costales, 455
  transversos, 455
Elevación, *10*, 11
Embarazo
  cambios mamarios, 98-99
  cambios uterinos, *394*, 394-395
  distensión vaginal, 396
  ectópico, 392
  ligamentos pélvicos, 336
  traumatismo del suelo pélvico, 348-349
Embolia, 124-125
  cerebral, 887
  gaseosa, 1009
    venosa, 1009
  pulmonar, 124-125, 561
Eminencia
  frontal, *825-826*, 829
  hipotenar, *765*, *771*, *787*
  iliopúbica, *202*, *329*, 551, 552
  intercondílea, 520
  parietal, *826*, 829
  piramidal, *971*
  tenar, 683, *765*, 771, 773, *783*, 787, *787*

- Encéfalo
  - anatomía, *48*
  - arterias, 881-883
  - base, *884*
  - partes, 878
  - ventrículos
    - cuarto, *866*, 879, *879-880*, *886*, *1022*, *1056*
    - laterales, *880*, *886*
    - primero, 878
    - segundo, 878
    - tercero, *866*, 879, *879-880*, *886*
- Encefalopatía traumática crónica, 886
- Encía
  - anatomía, 900, *930*
  - bucal mandibular, *929*, *941*
  - bucal maxilar, *929*
  - labial mandibular, *930*
  - labial maxilar, *930*
  - lingual
    - inferior, *929*
    - mandibular, *941*
    - superior, *929*
  - nervios, *931*
  - propiamente dicha, 930
- Endarterectomía carotídea, 1010
- Endolinfa, 973
- Endometriosis, 397
- Endoneuro, 49, *50*
- Endoprótesis intravascular, 157
- Endoscopio, 199
- Endourología, 373
- Enfermedad/es
  - de Crohn, 260
  - de Osgood-Schlatter, 528
  - desmielinizantes, 1079
- Enrojecimiento malar, 837
- Ensanchamiento de las narinas, 861
- Enterocele, 414
- Entrada de la laringe, 1023, *1024-1025*, *1032*, 1036
- Enucleación, 912
- Envejecimiento
  - cartílago costal, 84
  - vértebras, 462-463
- Epicanto, *859*
- Epicondilitis, 766
- Epicóndilo, 520
  - definición, 21
  - lateral, anatomía, 522, 634, 641, 674, 682, 734, 764, 765, 802
  - lateral, bolsa, *804*
  - medial
    - anatomía, *513*, 522, *634*, 682, *741*, 764, *765*, *802*
    - avulsión, 816, *816*
    - bolsa, *804*
- Epidermis, 12, *13*
  - avascular, 12
- Epidídimo, *209*, 210, *422*
  - apéndice, 215, *215*
  - cabeza, *365*
- Epífisis
  - anular, *454*, 455
  - definición, 22
  - desplazamiento, 25
  - fusión, 22
  - proximal del húmero fractura-luxación, 712
  - separación, 25
- Epiglotis, 935, 940, 1022, 1024, 1031-1032
- Epilepsia, 1079
- Epineuro, 49, *50*, 500
- Epiplón. V. *Omento*
- Episiotomía, 414
  - media, 414
  - mediolateral, 415
- Epistaxis, 964
- Epitelio celómico, 108
- Epónimos, 5
- Equimosis, descripción, 860
- Erección, 423
- Escafa, *967*
- Escafocefalia, *842*
- Escafoides
  - anatomía, *679*, 680, *683*, *757*, *807-808*
  - fractura, 686, 817
- Escápula
  - acromion, 680-681
  - alada, 709, *709*
  - anastomosis arteriales en torno, 726-727
  - anatomía, *20*, *27*, *73*, *226*, *672*
  - apófisis coronoides, *66*
  - borde, 675, 681, 708, *708*
  - caras, 675
  - derecha, *676*
  - descripción, 675-677
  - espina, *73*, *674*, 708
  - fractura, 684
  - movimientos, *702*
- Esclera, *890*, *895*, 908
- Esclerótica. V. *Esclera*
- Escoliosis, 481, *481*
  - postural, 482
- Escotadura
  - acetabular, *515*, 516, 629
  - angular, *233*
  - cardíaca, *107*, *109*, 110, *112*, *183*
  - ciática mayor, *21*, 328, *329*, 331t, 514, 516
  - ciática menor, 328, *329*, *525*, 516
  - clavicular, 78, *78*, *80*
  - costal, 78, *78*
  - cubital, 678
  - de la escápula, 722t
  - de la tienda, *870*
  - definición, 21
  - del cardias, *228*, 249
  - interaritenoidea, *1032*, *1044*
  - intercondílea, *641*
  - intertrágica, *967*
  - ligamento cruzado anterior, *639*
  - mandibular, *917*, *948*
  - peroneal, 521
  - pterigoidea, *832*
  - radial, 678
  - sacra superior, *452*
  - sacrococcígea, *452*
  - supraescapular, 675, *676*
  - supraesternal, 78, *78*
  - supraorbitaria, 825, *889*
  - tiroidea inferior, 1023
  - tiroidea superior, 1023
  - troclear, 678, *802*, *805*
  - vertebral inferior, 442, *442*
  - vertebral superior, 442, *442*, *464*
  - yugular, 78, *78*, *80*, 99, *102-103*, *707*, *1006*, 1007, *1008*
- Escroto
  - anatomía, 208-209, 418, *420*
  - anestesia, 214-215
  - arterias, 418
  - cáncer, 215
  - distensión, 426
  - hematocele, 214
  - primordio, 205
  - sistema linfático, *207*, 418-419
  - venas, 418-419
- Esfínter
  - del ano
    - externo, *342*, *365*, *371-372*, *376*, *402*, 411, *421*, 424t
    - interno, *365*, *376*, *402*, *410*, 411, *421*
  - de la pupila, *1064*
  - del conducto colédoco, 277
  - del conducto pancreático, *265*, 267
  - de Oddi, 267
  - esofágico inferior, 230
  - hepatopancreático, 267
  - pilórico, *233*
  - uretra externo, *340*, *346*, *367*, *369*, *389*, *405*, *408*, 409, 425t
  - uretra interno, 366, *367*
  - uretrovaginal, 389, *389*, *405*, *408*, 424t
- Esguince
  - del tobillo, 665
  - ligamentoso, 662
  - vertebral, 495
- Esmalte, 932, *934*
- Esófago
  - anatomía, 164, 166, 168, 179, 186, 935, 986, 1022, 1032, 1038
  - bloqueo, 175
  - cáncer, 1049
  - cervical, 1038
  - definición, 229
  - estrechamiento, 229
  - impresiones, 168
  - lesiones, 1049
  - músculos, 230
  - nervios, *231*
  - pirosis, 254
  - varices, 254, *254*
- Esofagoscopia, 1049
- Espacio
  - cuadrangular, *716*, 718, *735*
  - de Bogros, 197, *204*
  - de las meninges espinales, *500*
  - de Parona, 790
  - epidural, 46, *441*, 498
  - epiescleral, *890*
  - extradural, *473*, *500*, *505*
  - extravascular, 41
  - fascial, 197
  - intercostal, *73*, 76, *90*
    - cuarto, *98*
    - toracocentesis, 121
  - leptomeníngeo, *500*

  meníngeo, 872
  palmar medio, 773, *773*
  paravesical, *346*
  pelvirrectal, *346*, 348
  perineal profundo, 404, *407-408*, 408-409
  perisinusoidal, *275*, 276
  postanal, 416
  rectorrectal, *347*
  rectovaginal, *347*
  retrofaríngeo, *986*, 989, 992, *1031*
  retroinguinal, 551, *552*
  retromamario, *98*, 104
  retropúbico, 345, *346*, *365*, 366, *374*, *376*
  retrorrectal, 345, *346*
  saco perineal superficial, 404, *407*
  subaracnoideo
    anatomía, *441*, *461*, *473*, *497*, *500*, *502*, 505, *505*, *871*, *880*, 881, *890*, *1062*
    cerebral, *880*
    desarrollo, 505
    descripción, 865
    espinal, *880*
  subcostal, 76
  subhepático, 269
  subinguinal, 202, *202*
  supraesternal, *986*, 988, *1000*, 1007, *1031*
  tenar, 773, *773*
  vesicocervical, *347*
  vesicovaginal, *347*
Espermatocele, 215, *215*
Espermatogénesis, 207
Espermatozoos, 209
Espículas, *19*
Espina (ósea)
  ciática, *329*, 333, *340*, *403*, *513*
  definición, 21
  de la escápula, *21*, *674*, 675, 681, 708
  del esfenoides, *831-832*, *917*, *919*, *952*
  ilíaca anterior inferior, 329, *513*, 514, *515*, *578*, *631*
  ilíaca anterior superior, *183*, 184, *190*, *194*, 202, *202*, *210*, 211, *226*, 328, *329*, *513*, 514, *515*, 519-520, 522, *554*, 564t, *564*, *583*, *631*, *684*
  ilíaca posterior inferior, *32*, *513*, *515*
  ilíaca posterior superior, 328, *329*, 453, *486-487*, *513*, 514, *515*, *522*, *578*, *583*, *709*
  nasal anterior, *823-824*
  nasal posterior, 829, *831*, *834*, *936*
  suprameática, *917*
  troclear, *889*
Espina
  bífida oculta, 463
  bífida quística, 463
Espiración, *82*
Esplenectomía, 281
Esplenomegalia, 281
Esplenoportografía, 282
Espolón calcáneo, 624
Espondilólisis, 336-337, *337*, 459, 479
Espondilolistesis, 336-337, *337*, 479
Espondilosis, 463, 506
Esqueleto apendicular, anatomía, 19, 330
Esqueleto
  axial, 19, 330, 440, 672
  miembro inferior, 674
  miembro superior, 673
  torácico
    anatomía, *73*
    anatomía de superficie, 99-100, 102-104
  costillas, 74-76, *75*
  descripción, 72
Estasis venosa, 540
Estenosis, 153
  de la arteria carótida interna, 864
  de la válvula aórtica, 153
  de la válvula pulmonar, 153
  del acueducto, 886, *886*
  espinal, 460
    lumbar, 460, *460*
  uretral, 426
Esterilización masculina, 381
Esternón
  anatomía, *98*, 1007
    de superficie, 99
  anomalías, 85
  apófisis xifoides, 76, *78*
  biopsia a través del, 85
  caras, 673
  cuerpo, *73*, *78-79*, 100, *102-103*, *128*
  definición, 76
  fractura, 85
  hendidura, 85
  imágenes generales, *19*
  manubrio, *73*, 76, *78*, *80*, *94*, 99, *119*, *128*, 673, *698*, *986*, *1014*, *1050*
Esternotomía media, 84-85
Estómago, *183*
  anatomía de superficie, 231-232, *232*
  antro pilórico, *68*
  arterias, 234, 236t
  carcinoma, 255
  cuerpo, 231
  curvaturas, *68*, 232, *232-233*
  definición, 230
  desplazamiento, 232
  dolor visceral referido, 257
  fundus, *68*, 229, 231, *232*, *324*
  gastrectomía, 256
  imagen radiográfica, *68*
  inervación parasimpática, 234
  interior, 232
  lecho, 232, *235*
  nervios, *231*
  píloro, *68*, *183*, 184, *226*, *233*, 266, *286*
  piloroespasmo, 254
  pliegues, *68*
  porciones, 231-232, *233*
  relaciones, 232, 234, *235*
  sistema linfático, 234, *238*
  tomografía computarizada, *323*
  úlceras, 256-257
  vasos sanguíneos, 234
  venas, 234, *237*
Estrechamiento
  cervical, 229, *229*
  diafragmático, 229, *229*
  torácico, 229, *229*
Estreñimiento, 261
Estrías
  de distensión, 15, *15*
  gravídicas, 15, *15*
  olfatorias, 1056, *1062*
Estribo, *970*, 972
Estridor inspiratorio, 1082
Eversión, *10*, 11
Exoftalmos, 876, 908-909
Expansión extensor, *622*, 754
Exploración física
  definición, 2
  instrumentos utilizados, 2
  otoscópica, 977-978, *978*
Expresiones faciales, 844, *848*, 923t
Extensión
  articulación de la rodilla, 643t
  descripción, *7*, *9*, 11
Externo, *7-8*
Extravasación de orina, 415-416
Eyaculación, 423, 425

F

Fabela, 606
Falange/s
  de las manos, fracturas, 687
  de las manos, imágenes generales, *20*
  de las manos, isquemia, 790
  de los pies, anatomía, 523, *609*
  de los pies, imágenes generales, *20*
  distal, *513*, *674*, *811*
  media, *811*
  proximal, *27*, *513*, *674*, *811*
Faringe
  arterias, 1038
  descripción, 1032-1038
  músculos, 1036, 1037t, 1038
  partes, 1032, 1034-1038
  venas, 1038
Fascia (con denominación)
  alar, *986*
  axilar, 688, *689*, *714*
  bucofaríngea, *986*, 988, *1031*, *1034*, *1036*
  cervical, 915
    profunda, 915, *986*, 987, *993*, 1036
      lámina pretraqueal, 988, *999-1000*
      lámina prevertebral, *986*, *988*, *1016*, *1020*, *1031*, *1034*, *1051*
      lámina superficial *986*, 987-988
  clavipectoral, 91, 688, *718*
  cremastérica, 206, 208t
  cribiforme, 532
  de Buck, 419
  de Camper, 186, 208t
  de Colles, 186, *192*, 208, 404, *407*
  de Gallaudet, *407*
  del antebrazo, 688, *690*, *741*, *747*
  de la pierna, 532, 533
  del brazo, 688, *737*, *747*
  del iliopsoas, *370*, *561*
  del infraespinoso, 688
  del pectíneo, *631*
  del periné, 404, *407*
    superficial, *421*
  del psoas, *290-291*, 310, *347*, *354*, *554*

- Fascia (con denominación) (*cont.*)
  - del supraespinoso, 688
  - deltoidea, 688, *690*
  - de revestimiento, 16, *17*, 186
  - de Scarpa, 186, *407*
  - diafragma pélvico, *346*
  - dorsal, *774*
  - endoabdominal, 187
  - endotorácica, 91, *107*, 108, 988
  - espermática externa, *204*, *422*
  - espermática interna, *204*, *209*, *370*
  - faringobasilar, *845*, *937*, 1035, *1035-1036*
  - frenicopleural, *107*, 108
  - glútea, *483*
  - hipotenar, *747*, *763*
  - ilíaca, 318, *347*, *554*
  - inferior del diafragma pélvico, 409
  - obturatriz, 338, *340*, *347*, *402*, *407*
  - orbitaria, 891
  - palmar, anatomía, 689, *747*, 771, *773*
  - palmar, contractura de Dupuytren, 789
  - pectoral, 91, *91*, 98, *98*, 688, *690*
  - pélvica
    - arco tendinoso, *347*
    - definición, 345
    - endopélvica, 345-348, *346*
    - membranosa, 345
    - parietal, 345, *346*
    - visceral, 345, *346*, *386*
  - periureteral, 291
  - plantar, 610, *611*
  - poplítea, 585, *640*
  - presacra, *347*
  - profunda, 16, *17*, 41, 84
    - del antebrazo, *767*
    - de la pierna, *592*, *601*
    - del miembro inferior, 532, *533*
    - del muslo, 532
    - del pene, 419, *420*
    - del pie, 610
  - rectal, *407*
  - rectosacra, *347*
  - renal, 291, *291*, *310*
  - subserosa, 18
  - superficial, 13, *13*, 532, *533*
  - temporal, *845*, *918*, *925*, *966*
  - tenar, *747*, *763*
  - toracolumbar, *34*, 188, *291*, *310*, 311, *483*, 484, *487*
  - transversal, 188, *189-190*, *192*, *201*, *204*, *310*, 343, *483*, *561*
  - uterovaginal, *407*
  - vesical, *347*
- Fascia (de regiones)
  - del abdomen, pared anterolateral, 186-187
  - del abdomen, pared posterior, *310*, 310-311
  - de la palma de la mano, 771-772
  - de la pared torácica, 91
  - del cuello, 985-988
  - del elevador del ano, *342*
  - del miembro superior, 688-689
  - del pie, 610
- Fascia (en general)
  - definición, 16
  - fusión, 219
  - de revestimiento, 16, *17*
- Fascia lata, 187, *554*
  - muslo, *204*, 532
  - tensor, 533, 557, 564t, 564-565, 566, 569, 579, 612
- Fascículo/s, 49
  - atrioventricular, *137*, *146*, 149, *149*
    - rama derecha, 141-142
  - longitudinal, *468*, 469
  - navicular, *649*
- Fascitis plantar, 624
- Fauces, 935, *935*
- Fecaloma, 261
- Fémur
  - anatomía, *20*, *435*, *510*, 516-518
    - de superficie, 519-520
  - ángulo de inclinación, *517*, 518
  - cabeza del
    - anatomía, *26-27*, *332*, *512*, 516, *517*, 520
    - irrigación sanguínea, *632*
    - ligamento, 630
    - luxación epifisaria, 526-527
    - necrosis avascular, 600
    - necrosis en niños, 660
  - cuello del
    - anatomía, 516, *517*
    - fracturas, 659-660
    - irrigación sanguínea, *632*
  - cuerpo, *512*, *517*, 518, 520
  - fracturas, 527
  - proximal, 518
  - trocánter mayor, *21*
- Fibra/s
  - aferentes viscerales en la pelvis, 360-361
  - aferentes viscerales generales, 52
  - de colágeno en la dermis, 12
  - del sistema nervioso autónomo, 57
  - de Purkinje, 149
  - eferentes somáticas generales, 52
  - eferentes viscerales generales, 52
  - intercolumnares, *190*, 203, *204*
  - motoras
    - branquiales, 1054
    - de los nervios craneales, 1054
    - simpáticas, *60*
    - somáticas, 52, 1054
  - musculares, 29
  - nervio/s
    - craneales, 1054
    - glosofaríngeo, 1072-1073
    - periféricos, 47, 49, *50*
  - parasimpáticas, *302*
  - postsinápticas, 59, *150*
  - presinápticas, 59, 150
  - sensitivas de los nervios craneales, 1054
  - sensitivas generales, 52
  - simpáticas, 58-59, *60*, *302*
  - somáticas, 52
    - motoras, 52
  - viscerales, 52
  - zonulares, *895*, 897, *907*
- Fibrilación
  - auricular, 159
  - definición, 159
  - ventricular, 159
- Fibrina, 224
- Fibroblastos, 22
- Filetes
  - radiculares anteriores, *49*
  - radiculares posteriores, *1078*
- Filtro, 860, 929
- Filum terminal, *54*, *461*, *497*, 498, *505*
- Fimbrias ováricas, 382
- Fimosis, 426
- Fístula/s
  - arteriovenosa, 605, 876
  - branquial, 1048, *1048*
  - broncopulmonar, 121
  - colecistentérica, 287
  - perineal, 414
  - rectovaginal, 396
  - traqueoesofágica, 1049
  - uretrovaginal, 396, *396*
  - vaginal, 396, *396*
  - vaginoperineal, *396*
  - vesicovaginal, 396
- Fisura/s
  - anal, 416
  - cerebro longitudinal, 867, 878, *1056*
  - horizontal, pulmones, *111*, 113, 134
  - oblicua, pulmones, *109*, *111-112*, 113, 134
  - orbitaria inferior, *824-825*, *834*, 891, *917*, *952*, *1064*
  - orbitaria superior, *824-825*, 833t, *834*, 835, 849, *883*, 891, *902-903*, *1064*
  - palatina, 949
  - petroescamosa, *1071*
  - petrooccipital, *829*
  - portal principal, 270
  - pterigomaxilar, *952*
  - timpanomastoidea, *917*
  - umbilical, 270
- Flexión
  - articulación de la rodilla, 643t
  - columna vertebral, 470
  - descripción, 7, *9*
  - dorsal, 7, *10*
  - plantar, 7, *10*
- Flexura/s
  - anorrectal del conducto anal, 370
  - cólica derecha, *221*, *239*, *248*, *252*, *325*
  - cólica izquierda, *221*, *232*, *248*, 251, 252, 259, *302*, *1076*
  - duodenoyeyunal, 239, *240*, *242*
  - hepática, *259*, *1076*
  - lateral del recto, 370
  - sacra del recto, 370, *370*
- Flujo de salida
  - parasimpático craneal, 62
  - parasimpático sacro, 62
- Fluoroscopio, 158
- Folículos pilosos, 13, *13*, 36
- Fondo
  - de la vejiga urinaria, *365*, 366
  - del útero, *383*, 385, *437*
  - de ojo, *895*
  - de saco
    - rectouterino, 343, *365*, 371, *374*, *386*, *388*, *437*

    - rectovesical, *220*, 345, *365*, 371, *374*, *376*, *435*
    - vesicouterino, *365*, *386*, *388*, *437*
- Fontanela/s
  - anterior, *28*, *839*, 840
  - esfenoidal, *839*, 840
  - mastoidea, *839*, 840
  - posterior, *839*, 840
- Fórnix, *879*
  - conjuntival inferior, 891
  - conjuntival superior, *890*, 891
  - de la vagina, 385
    - lateral, *383*, 389
    - posterior, 389
- Fosa/s
  - acetabular, *515*, 630
  - axilar, 688, *689*, *707*, 713
  - cerebelosa, *834*, 835
  - coronoidea, *677*
  - craneal anterior, 832, 833t, 834
  - craneal media, 833t, 834-835, *853*
  - craneal posterior, 833t, 835
  - definición, 21
  - de la vesícula biliar, 270
  - del codo
    - anatomía, *737*, 739
      - de superficie, 739-740, *741*, 764, *765-766*
    - contenido, 739
    - límites, 739
    - punción venosa, 743
    - sección transversal, *746*
    - venas, 743-744
  - del olécranon, 677, *677*, *802*
  - del supinador, 678
  - epigástrica, 84, 100, 210
  - escafoidea, *832*
  - glándula lagrimal, 891
  - hipofisaria, *832*, *834*, 835, *870*
  - ilíaca, *311*, *329*, *513*
  - iliosubfascial, 318
  - incisiva, 829, *831*, 934, 936, *936*
  - infraclavicular, 707, *707*
  - infraespinosa, *21*, 675, *676*
  - infratemporal, 916-921, *917*
  - inguinal lateral, *201*, 202
  - inguinal medial, *201*, 202
  - intercondílea, *513*, *517*, 518, 636, *637*
  - interpeduncular, *884*
  - intrabulbar, 418
  - isquioanal, *342*, *346*, 353, *363*, *402*, *407*, 409-411, *436*, *438*
  - mandibular, 831, *831*, *919*
  - navicular, *365*, 418
  - oval, 139, *139*, *142*
  - paraduodenal, *258*
  - pararrectal, 343, 370, *370*
  - paravesical, *370*
  - piriforme, *1026*, *1032*, 1036, *1044*
  - poplítea
    - anatomía, 510, *534*
    - arterias, 587
    - contenido, 584-587
    - descripción, 584-587
    - fascia, 585
    - nervios, *585*, 587
    - nódulos linfáticos, 587
    - quistes, 665, *665*
    - venas, *587*
  - pterigoidea, *832*
  - pterigopalatina
    - abordaje transantral, 954
    - anatomía, 849, *917*, 951, *952*
    - contenido, *952-953*
    - porción de la arteria maxilar, 951
  - radial, 677, *677*, *802*
  - subescapular, 675
  - supraclavicular, 119, *119*, 992, *1006*
    - mayor, 1007
    - menor, 989, 990t, *990*, 1007
  - supraespinosa, *674*, 675
  - supravesical, *201*, 202, 343, *365*
  - temporal, *824*, *826*, *827-828*, 916, *917*
  - tonsilar, *1033*
  - triangular del antihélix, *967*
  - trocantérea, *517*, *549*, *567*
- Fosita/s
  - costal, 446
    - superior, *21*
  - pterigoidea, *919*, *948*
- Fóvea central, 897
- Fovéola, 867, 897
- Fractura/s
  - con depresión, 838
  - conminutas, 84, *530*, 686, 838
  - de Colles, 686
  - de costillas, 83
  - de Jefferson, 458
  - de la base del cráneo, 876
  - de la calvaria, 838
  - de la clavícula, 684
  - de la escápula, 684
  - del ahorcado, 459, *459*, *478*
  - de la lámina epifisaria, 527
  - de la mandíbula, 837-838
  - de las falanges, 687
  - de las vértebras, 477-478, 480
  - de la tibia, 527-528
  - del atlas, 458-459
  - del axis, *459*, 459-460
  - del bailarín, 530
  - del boxeador, 687
  - del calcáneo, 529, *530*
  - del carpo, *686*, 817, *818*
  - del coxal, 526
  - del cúbito, 685-686
  - del cuello del astrágalo, 529, *530*
  - del cuerpo del húmero, 685, 742
  - del diente del axis, 476, *476*
  - de Le Fort I, 837, *837*
  - de Le Fort II, 837, *837*
  - de Le Fort III, 837, *837*
  - del escafoides, 687, 817
  - del fémur, 527
  - del hioides, 985
  - del hueso ganchoso, 686
  - del hueso temporal, 863
  - del húmero, 684-685
  - del maléolo lateral, 528
  - del maléolo medial, 528
  - del maxilar, 837
  - del olécranon, 766, *767*
  - de los huesos sesamoideos, 531
  - de los metacarpianos, 687
  - de los metatarsianos, 530, *530*
  - del peroné, *528*
  - del pterión, 874-875
  - del radio, 685-686
  - de Pott, 666
  - en diagonal, 528, *528*
  - en tallo verde, 24, 684
  - enclavadas, 684
  - esternales, 84
  - intercondíleas, 685
  - múltiples, 527, *528*
  - nasales, 963
  - orbitarias, 909
  - pélvicas, 335, *336*
  - por aplastamiento, 477
  - por arrancamiento, 530, 558, 666, 684
  - por avulsión, 530, 558, 666, 684
  - por compresión, 477
  - por contragolpe, 838
  - por estallido, 458
  - por sobrecarga, 527, *528*
  - reducción, 23
  - rotulianas, 559
  - supraepicondíleas, 742
  - transversas, *528*
- Frémitos, 153
- Frenectomía, 950
- Frenillo
  - de la lengua, 940
  - del clítoris, *428*
  - de los labios menores, *428*
  - del prepucio, 420, *420*
  - labial, 929, 946-947
- Frenulectomía, 946
- Fundus del estómago, 231, *324*

G

- Gammagrafía, 70, *70*
- Gancho
  - de la apófisis pterigoides, *832*, *917*, *936*, 1037t
  - del cuerpo vertebral, 446t
  - del ganchoso, *679*, 680, 682, *763*, *791*, *811*
- Ganglio/s
  - aorticorrenales, 297, *302*, 303t
  - celíacos, *238*, *247*, *276*, *278*, *290*, *297*, 303t, 305, *1076*
  - cervical inferior, *1016*
  - cervical medio, *119*, *172*, *1016*
  - cervical superior, 62, 893, *1016*
  - cervicotorácico, anatomía, *119*, *172*, *1020*
  - cervicotorácico, bloqueo, 1017
  - ciliar, *902-903*, 904, 1060t, *1060*
  - definición, 767
  - del sistema nervioso autónomo, 57
  - del trigémino, anatomía, *850*, *902-903*, *919*, *931*, *1057*, *1073*
  - del trigémino, infección por herpes zóster, 862
  - espiral, *976*
  - estrellado, *119*, *1020*

Ganglio/s *(cont.)*
  geniculado, *953*, 1068, *1069*
  impar, 58
  inferior del nervio glosofaríngeo, 1072
  inferior del nervio vago, 1074
  linfáticos. V. *Nódulo/s linfáticos*
  mesentéricos inferiores, 252, 303t, *367*
  mesentéricos superiores, *238*, 246, *247*, *252*, *276*, *297*, *1076*
  nervio glosofaríngeo inferior, *1074*
  nervio vago inferior, 1030
  ótico, *850*, 916, 921, *931*, 1060t, *1060*, *1073*
  parasimpáticos craneales, 1060t, *1060*
  parasimpáticos intrínsecos, 305
  paravertebrales, 58
  prevertebrales, 58
  pterigopalatino, *850*, *939*, 949, *953*, 970, 1060t, *1060*, 1068, *1069*
  sensitivo del nervio espinal, *721*
    anatomía de los, *48*, *51*, *247*, *372*, *390*, *464*, 493t, *493*, *499*, *502*, 1072
  simpático/s, 58, 59, *90*, *166-167*, *238*, *247*, *297*, *358*
    aberrante, *1014*
    cervicales, 1020, *1020*
    cervical inferior, *1020*, *1035*
    cervical medio, *1020*, *1035*
    cervical superior, 952, 1017, *1035*
    cervicotorácico, *1014*
    paravertebrales, 118, 313
    prevertebrales, 305
    T2, *172*
    T8, *172*
  submandibular, *945*, *998*, 1060t, *1060*, 1068, *1069*
  superior del nervio glosofaríngeo, 1072, *1074*
  superior del nervio vago, 1074
  vestibular, 975, *976*, 1071
Gangrena, 42
Gastrectomía, 256
Gastroenterología, 4
Gastroscopia, 255
Genitales. V. también anatomía específica
Genu valgum, 661, *661*
Genu varum, 661, *661*
Germen dentario, 932
Ginecología, 4
Ginecomastia, 106
Gingivitis, 947
Giro
  poscentral, *879*
  precentral, *879*
Glabela, 822, *823-824*, 828t, *859*
Glande
  del clítoris, *428-429*, 430, *430*
  del pene, *365*, 420, *420*
Glándula/s
  areolares, 103
  bulbouretrales, *369*, *376*, 379-380, *405*, 406, 418
  ciliares, *890*, 892
  de Cowper, 379-380
  de Littré, 418
  lagrimal, *852*, 892-893, *958*, *1069*
  mamarias, 98, *98*
  olfatorias, 1054
  palatinas, 935, *939*
  paratiroides
    adenoma, 1043-1044
    anatomía, 1020
    arterias, 1021-1022
    derechas, *1019*
    extirpación inadvertida, 1043-1044
    inferior, 1020, *1022*, *1036*
    izquierdas, *1019*
    nervios, *1022*
    superior, 1020, *1022*, *1036*
  parauretrales, 368, 430
  parótida
    absceso, 926
    accesoria, 926
    anatomía, *854*, 859-860, *939*, 945, *1073*
    bloqueo, 927
    inervación, *915*, 915-916
    infección, 926
    sialografía, 926-927
  pineal, *879-880*
  salivares, 943, 945, *945*
  sebáceas de la mama, 99
  sebáceas de la piel, 13, *13*
  sebáceas, quistes, 910
  sublingual, *854*, *943*, 945, *962*, *1069*
  submandibular, *854*, *915*, 945, *945*, *998*, 999, 1007, *1036*, *1069*
  sudoríparas, 1
  suprarrenal/es
    anatomía, 294-295
    arterias, 295
    derecha, *226*, *265*, *290*, *296*
    izquierda, *226*, *235*, *265*, *290*, *363*
    nervios, 297, *297*
    sistema linfático, 296-297, *297*
    venas, 295
  tarsales, *890*, 891, 909
  tiroides
    anatomía, *982*, *1019*, *1032*, *1035*, *1039*, 1039-1040
    arterias, 1018
    aumento de tamaño, 1042
    descripción, 1018
    istmo, 1040
    lingual, 1021
    lóbulo piramidal, 1021
    sistema linfático, 1020, *1021*
    tejido glandular accesorio, 1021, 1041-1042
    venas, 1020
  vestibulares, 430
Globo ocular
  anatomía, *892*, 894-895
    de superficie, 907-909
  artificial, 912
  cámara anterior, 912
  capa fibrosa, 894
  capa interna, 896-897
  capa vascular, 894, 896
  córnea, 894, *895*, 897
  esclera, *895*
  humor acuoso, *895*
  medios de refracción, 897-898
  músculos extrínsecos, 898-903
  pupila, *895*, 896
  retina, *895*, 896-897
Glomus carotídeo, 1000, *1001*, 1010
Glotis, 1025
Gonfosis, 934
Grandes arterias
  transposición, 134
  variaciones, 174
Grandes vasos
  anatomía de superficie, 161-163
  angiografía por resonancia magnética, *180*
Granulaciones aracnoideas, *866*, 867, *880*, 881
Grasa
  axilar, *714*, 715
  en el espacio epidural, *441*, *475*
  epidural, 498
  extradural, *473*, *475*
  intraconal, *890*
  pararrenal, *310*
  perinéfrica, 291
  retropúbica, *435*
Gubernáculo
  femenino, 205
  masculino, 205
  ovárico, 387
  superior, *206*

H

Hallux valgus, 667
Haustras, 246, *248*
Helicobacter pylori, 256
Hélix, 966, *967*
Hematocele, 212, 214, *214*
Hematoma
  auricular, 977
  de las falanges, 687
  del muslo, 558
  epidural, 876, *877*
  extradural, 876, *877*
  subdural, 501, 876-877, *877*
  tortícolis y, 1007
Hemianopsia, *1080*
  bitemporal, 1080, *1080*
Hemicarillas, 76, *77*
Hemidiafragma, 309
Hemisacralización, 462
Hemisferios cerebrales, 867, 878, *879*
Hemoneumotórax, 121
Hemopericardio, 133
Hemoptisis, 125
Hemorragia
  cámara anterior del ojo, 912
  intraperitoneal, 281
  poplítea, 604-605
  subaracnoidea, 877, *877*
  subconjuntival, 910
Hemorroides, 417
Hemotórax, 121, *121*
Hendidura
  anal, *403*, *436*, *438*, 453, *453*, 492, 510, *563*
  bucal, 846, 929
  de la glotis, 1023, *1024-1027*
  del vestíbulo, 1027
  esternal, 85, 100

  interglútea. V. *Hendidura anal*
  palpebral, 848, 859, *890*, 891, 908-909
  vulvar, 429
Hepatomegalia, 284
Herida/s
  de la planta del pie, 625
  del arco palmar, 792
  del cuero cabelludo, 860
Hernia
  abdominal, 197
  de hiato
    descripción, 254, 317
    paraesofágico, *238*, 254
    por deslizamiento, *238*, 254
  del conducto de Nuck, 212
  de Spigel, 197
  definición, 197
  diafragmática, 317
    congénita, 317
  epigástrica, 197
  femoral, *561*, 561-562
  incisional, 199
  inguinal, 202-203
    directa, 212, *213*
    indirecta, 212, *213*
  paraduodenal, 257-258
  supravesical externa, 202
  tentorial, *869*
  umbilical, 197
Herpes zóster, 96-97, 862
Hiato
  aórtico, 167, *296*, *306*, 309, *312*
  del aductor, *549*, 551, *555-556*, 594t, *594*, *635*
  del sacro, 451, 453, *453*, *461*, *502*, *505*
  esofágico, 166, 168, 230, *306*, 308-309, *312*
  safeno, *552*
  semilunar, *957*, *961*
  urogenital, *340*, 341, *342*, *405*
Hidrocefalia, *886*, 886-887
Hidrocele, 212, *214*
Hidrotórax, 121
Hígado
  área desnuda, *269*, 270
  arterias, 272
  biopsia, 286
  caras del diafragma, *221*, 269
  caras del visceral, *221*, 270
  cirrosis, 254, 285-286, 417
  derecho, 271
  ecografía, *322*
  estimulación parasimpática, 65t
  estimulación simpática, 65t
  flujo biliar, *275*
  flujo sanguíneo, *275*
  funciones, 268
  inervación, 272, *276*, 276-277, *278*
  izquierdo, 271
  lobectomía, 283
  lóbulos, *269*, 270-272, 274t, *293*, *325*
  nervios, *276*, *277*, *278*
  peso, 268
  rotura, 284
  segmentectomía, *273*, 283-284
  sistema linfático, *276*, 276-277
  subdivisiones, 272, *274*
  tomografía computarizada, *323*
  vasos sanguíneos, 272
  venas, 272
Hilio
  esplénico, 263, *264*
  renal, *291*, 292, *293*
Himen, 429-430
Hiperacusia, 979
Hiperemia conjuntival, 910
Hiperextensión, 11
Hiperodoncia, 947-948
Hiperplasia, 37
Hipertensión
  descripción, 39
  portal, 254, 285, 288, 417
Hipertrofia
  compensadora, 37
  del miocardio, 37
  del músculo liso, 37
  de los huesos, 21
  de los músculos, 35
Hipo, 316
Hipófisis
  anatomía, *961*
  tumores, 875
Hipospadias, 426
Hipotálamo, *879*
Hipótesis de Starling, 42
Histerectomía, 345, 361, 395, *395*
Histerosalpingografía, 223, 391
Histeroscopia, 391
Homeostático, 64
Homolateral, 7
Hormona/s
  definición, *4*
  parathormona, 1018
  tiroidea, 1018
Hoyuelos cutáneos, 520
Hoz
  del cerebelo, 867
  del cerebro, *843*, *868*
  inguinal, *191*, 203, *204*
Huellas dactilares, 789
Huesecillos del oído, *966*, 967, *970*, 970-973
Hueso/s (con denominación)
  carpo, anatomía, *674*, *745*
  carpo, imágenes generales, *20*
  cigomático, 823, *824-825*, 825, *831*, *892*, *917*
  coxal
    anatomía, *510*, *514*, 514-516
    definición, 514
    del pubis, 328, 428, 516
    derecho, 328
    en lactantes, 328
    en niños, 328
    fracturas, 526
    fusión puberal, 328
    ilion, anatomía, 328, *329*, *512*, 514, *514*, 516
    ilion, resonancia magnética, *324*
    isquion, anatomía, 328, *513*, 516
    isquion, cuerpo, 328
    izquierdo, 328
    lesiones, 526
    posición anatómica, 516
  del pubis, *437*, 520
  del tarso, *20*
  esfenoides, *823-824*, 830
  esponjoso, *19*
  etmoides, 824, 891
  frontal, 822, *823-824*, *892*
  ganchoso, anatomía, *679*, 680, *683*, *690*, *791*, *807*
  ganchoso, fractura, 686
  grande, *679*, 680, *690*, *791*, *807*
  hioides, anatomía, *20*, *850*, *935*, *982*, 984, *998*, *1005*, *1024*, *1033*, 1039
  hioides, fractura, 985
  lagrimal, *823-824*, *826*, *889*
  nasal, *823-824*
  occipital, 493t, *493*, *495*, 495t, *823*, *829*, *831*, *869*, *986*, *1032*
  palatino, *823*, *831*, *936*, *951*, 952, *1033*
  parietal, *823*, *829*, *869*
  piramidal, *679*, 680, *791*, *807-808*
  sesamoideos, anatomía, 20, 523, 525, 601, 615, 656, 779
  sesamoideos, fractura, 531
  sutural, *823*, 829, *829*
  temporal, *823*, *829*
    fractura, 863
    porción escamosa, *831*, *869*, *969*, *1071*
    porción petrosa, *831*, *869*, *969*, *1071*
  tibia
    anatomía, *20*, *510*, 520-521
      de superficie, 522
    bordes, 520, *521*, 604
    cuerpo, 520, *521*, 604
    derecha, *521*
    fracturas, 527-528
    funciones, 520
    imágenes generales, *17*
  trígono, 530-531, *531*
Hueso/s (de regiones)
  de la articulación de la rodilla, *634*
  de la cintura pélvica, 328-330
  de la mano, *679*, 679-680, 771, *807*
  del antebrazo, 677-679
  del carpo, 679-680, *807*
    anatomía, *674*, *745*
    imágenes generales, *20*
  del cuello, 982-984
  del miembro inferior, 511-525
    anatomía de superficie, 519-520
    descripción, 511-525
  del miembro superior, 673-683
  del pie, 522-524
  del tarso, *19*
Hueso/s (en general)
  accesorios, 23
  atrofia, 23
  cambios relacionados con la edad, 19
  clasificación, 19-20
  compacto, 19, *20*, 835
  cortos, 19
  crecimiento, 24
  del jinete, 23
  desarrollo, 22
  esponjoso, 19, *443*
  función, 19

Hueso/s (en general) *(cont.)*
  heterotópicos, 23
  hipertrofia, 23
  inervación, 22-23
  irregulares, 20
  largos, 19, *22-23*
  neumatizados, 624
  osteoporóticos, *24*
  planos, 20
  remodelación, 23
  sesamoideos, anatomía, 23, 523, 525, 601, 615, 656, 658, 779
  sesamoideos, fracturas, 531
  supernumerarios, 23
  sutural, 23
  traumatismos, 23-24
  vascularización, 22-23
  wormiano. V. *Hueso/s (en general) sutural*
Húmero
  anatomía, *674*
  capítulo, *21*
  cóndilo del. V. *Húmero, capítulo*
  desarrollo, 22
  descripción, 676
  extremo distal, *677*
  fracturas, 684-685, 712
  imágenes generales, *20*
  surco del nervio radial, *21*
  tróclea, *21*
Humor
  acuoso, *895*, 897, *907*
  vítreo, *895*, 898
Hunter William, 3

I
Ictericia, 283, 287
Ictus, 1010
  descripción, 153
  hemorrágico, 887
  isquémico, 887
Íleon
  anatomía, *220*, *226*, *239*, 241
  características, *244*
  descripción, 246
  divertículo, 258, *260*
  proximal, *244*
  terminal, *244*, *249*
Ileostomía, 260
Ilion
  anatomía, 328, *329*, *435*, *512*, 514, *514*, 516
  resonancia magnética, *324*
Impactación fecal, 261
Implantes dentales, 948-949
Impotencia, 427
Impresión cardíaca, 113, *121*
Impulsos nociceptivos, 118
Incisión/es
  alternantes (separación muscular), 199, 260
  de alto riesgo, 199
  de Pfannenstiel, 199
  faciales, 860
  inguinal, 199
  línea media, 198
  longitudinal, 198-199
  mediana, 198
  paramediana, 198-199
  pararrectal, 199
  suprapúbica, 199
  transversa, 199
Incontinencia anorrectal, 417
Inervación. V. también *Nervio/s*
  de la articulación de la rodilla, 643
  de la duramadre, 500
  de la lengua, 941
  de la pelvis, 360-361
  de la piel, 13, 51
  de la uretra, *367*, 368
  de la vagina, 389
  de la vejiga, *367*, 367-368
  del carpo, 809
  del corazón, 150
  del hígado, 272, *276*, 276-277, *278*
  del hueso, 22-23
  de los dientes, *931*
  de los ovarios, 384-385
  de los uréteres, 363-364
  del pene, 422-423
  del periostio, *473*
  del recto, 371, *372*
  del útero, 389
Infarto
  cerebral, 888
  cortical agudo, 888
  de miocardio, 37, 42, 133, 155-156
  definición, 42
  pulmonar, 124
Infección/es
  de la glándula parótida, 926
  de la mano, 789
  del compartimiento de la pierna, 605
  del cuero cabelludo, 860
  de los párpados, 910
  del pie, 624
  en el cuello, 988-989
  por herpes zóster, 862
Inferomedial, 7
Infundíbulo
  de las trompas uterinas, 382
  del encéfalo, *873*, *1056*
  etmoidal, 958, *958*, 960
  hipofisario, *1057*
Inión, 828
Injerto/s
  de nervio sural, 624
  de vena safena, 540
  óseos, 529
Inspiración
  fisiología, *82*
  papel del diafragma, 91
Insuficiencia
  cardíaca congestiva, 133
  definición, 153
  de la válvula mitral, 154
  renal, 224
Intermedio, *7-8*
Interno, *6*, *8*
Intersecciones tendinosas, 191, 211
Intestino delgado. V. también *Colon; Recto*
  absorción, 227
  anatomía, 239, *239*, 241, *325*, *436*
  arterias, *245*
  duodeno. V. *Duodeno*
  en la bolsa omental, 221-222, 226-227
  exploración quirúrgica, 258
  imagen radiográfica, *68*
  isquemia, 258
  nervios, *238*, *247*
  sistema linfático, *238*
  venas, *245*
Intestino grueso. V. también *Colon; Recto*
  anatomía, 227, 246, *248*, 325
  arterias, 245
  colonoscopia, 260-261, *261*
  definición, 246
  funciones, 246
  sistema linfático, 249, 252
  venas, 249, 252
Intestino medio, 258, *259*
Intumescencia
  cervical, 496, *497*
  lumbar, 496, *497*
Inversión, *10*, 11
Inyecciones
  intraglúteas, 582-583
  intraperitoneales, 224
Iris, *907*, 908
Islotes pancreáticos, 265
Isótopos radiactivos, 70
Isquemia
  de la médula espinal, 506
  definición, 42
  del intestino, 258
  de los dedos de las manos, 790
  de los nervios periféricos, 54
  miocárdica, 156
Isquion
  anatomía, 328, *513*, 516
  cuerpo, 328
Istmo
  de la glándula tiroides, *986*, 1040
  de la próstata, *376*, 378
  de las fauces, 935
  de la trompa uterina, 384
  del útero, *383*, 385

J
Joroba de viuda, 480
Juanete, 667

L
Laberinto
  coclear, *974*, 975
  membranoso, *974*, 975
  óseo, 970, *974*, 975
  vestibular, *974*, 975
Labio/s
  anatomía, 928-929
  carcinoma escamoso, 864
  cianosis, 946
  ileocólico, 248
  leporino, 946, *946*
  músculos, 844-847
  mayor/es, 205, *206*, *365*, *386*, *407*, *428*, 429-430
  menor/es, *383*, *386*, *407*, *428*, 430

Lago lagrimal, *892*, 893, 909
Laguna venosa lateral, *868*, 870
Lambda, *823*, 828t, 829, *830*
Lámina/s
  coroidocapilar, 894, 905, *907*
  cribosa del etmoides, 834, *834*, *869*, 1056, *1062*
  del arco vertebral, *466*
  del cartílago cricoides, *1025*, *1027*, *1031*, *1033*
  epifisaria
    anatomía, 22, *22*
    crecimiento, 455
    fracturas, 528
  espiral, 975, *976*
  horizontal del maxilar, 829, *831*
  perpendicular del etmoides, *824*, 955
  pterigoides lateral, 830, *831-832*, *917*, *936-937*, 952
  pterigoides medial, 830, *831-832*, *834*, *936-937*
  timpánica, *834*, *917*, 952
Laminectomía
  de las vértebras cervicales, 457
  de las vértebras lumbares, 400
Laparoscopia
  descripción, 260
  ligadura de trompas, 391
  vísceras pélvicas, 397
Laparoscopio, 397
Laparotomía, 223
Laringe
  arterias, 1029-1030
  cambios con la edad, 1046-1047
  cáncer, 1046
  compartimientos, *1026*
  contenido, 1023
  descripción, 1022-1023
  esqueleto, *1022*, 1023
  músculos, 1027, 1029
  nervios, *1027*, 1030
  pliegues, *1026*
  venas, 1030
Laringectomía, 1046
Laringofaringe, 1023, *1025*, *1031-1033*, 1035-1036
Laringoscopia, 1044
Lateral, *7-8*
Latido apical, 137, 173
Latigazo cervical, 459, 478, *478*
Lecho
  capilar, 37, *39*
  del estómago, 232, *235*
  parotídeo, 915
  tonsilar, *1034*, 1035
  vesical, 366
Lengua
  anatomía, *929*, *940*, *1022*, *1033*, *1041*
  arterias, 941, 943, *943*
  caras, 937, 940, *1022*
  descripción, 940
  inervación, 941
  músculos, 940-941, 942t, *942*
  nervios, 941, *943*
  partes, 937, 940
  sistema linfático, 943, *944*
  superficie mucosa, *1022*
  venas, 741, 943, *944*
Leptomeninge, 865, 872, *874*
Leptomeningitis, 876
Ley de Hilton, 28, 632, 643
Ligadura
  arteria ovárica, 361
  trompas uterinas, 391
Ligamento/s (con denominación)
  acromioclavicular, 799
    superior, 793
  alar, anatomía, *468*, 469
  alar, rotura, 477
  amarillo, *443*, *464*, 466, *467*, *473*, *1031*
  ancho del útero, 343, *383*, *386*, 387
  anococcígeo, 342, *342*, *365*, *407*, 410, *421*, 452
  aritenoepiglótico laríngeo, 1023, *1024*
  arqueado lateral, 306, *306*, 311, *312*
  arqueado medial, 306, *306*, 310, *312*
  arterioso, *150*, 163, *167-168*
  astragalocalcáneo, 650
  astragalocalcaneonavicular, 650
  astragalonavicular, *649*
  calcaneocuboideo, 654
  calcaneoperoneo, 648, 654, 666
  cervical lateral, 345, *346*
  cervical transverso, 345, *347*, 387
  coccígeo, 498
  colateral cubital, *802*, 803, *803-804*, 809
  colateral lateral, *635*
  colateral peroneo, 636, *638*, *640-641*, 662
  colateral radial, 800, *807-808*, 809, *811*
  colateral tibial, *635*, 636, *637-639*, *641*, 662
  conoide, 675, 796, 799
  coracoacromial, *721*, *793*, 799
  coracoclavicular, anatomía, 675, *676*, *721*, 796
  coracoclavicular, rotura, 814
  coracohumeral, 799
  coronario, *221*, *269*, 270, *638*, 642
  costoclavicular, *721*, *793*, 794
  costotransverso
    anterior, 81
    lateral, *80*, 81, 92, *467*, *487*
    posterior, 81
    superior, *80*, 81, *487*
  craneovertebral, *468*
  cricoaritenoideo, *1025*
  cricotiroideo, 1039
    lateral, 1023, *1025*
    medio, 1023
  cricotraqueal, 1023, *1024*
  cruciforme de las vértebras, *468*
  cruzado
    anterior, *637*, *639-641*, 642
    posterior, *599*, *637*, *639-641*, 642
    traumatismos, 663, *663*
  de Cooper, *202*
  de la articulación acromioclavicular, 796, *797*
  de la articulación del hombro, 798-799
  de la cabeza del fémur, 630
  de las articulaciones carpometacarpianas, 812
  del carpo palmar, *690*, *763*
  del carpo transverso, 689
  del ovario, 387
  deltoideo, 648, *649*
  del útero, 387
  de Mackenrodt, 346, *346*
  de Poupart, 188
  dentado, *49*, *473*, *499*, 524
  esfenomandibular, *919*, 920, 925
  espiral, 975, *976*
  esplenorrenal, *245*, 264, *264*
  esternoclavicular anterior, 794, *1020*, *1051*
  esternoclavicular posterior, 794
  esternocostal, *78*
    radiado, *80*, 81, 88
  esternopericárdico, 128
  estilohioideo, 984, *984*, 1002t, *1002*, *1034*, 1037
  estilomandibular, *919*, 920, 987
  falciforme, *201*, 202, 226, *233*, *259*, 269, *269*, *322*
  frenocólico, *221*, 251
  frenoesofágico, *229*, 230
  fundiforme del pene, *191*, *365*, 421
  gastrocólico, 219
  gastroesplénico, 219, 264, *264*
  gastrofrénico, 219, *221*
  glenohumeral, 799
  glúteos, 563
  hepatoduodenal, 219, *221*, 241, 270, *271*
  hepatogástrico, 219, *221*, 270, *271*
  humeral transverso, *704*, 731, *734*, *793*, 798-799
  iliofemoral, 630
  iliolumbar, 311, *311-312*, 332, *563*, *631*
  inguinal, *186*, 188, *190*, *194*, *202*, 202-203, *204*, *210*, *510*, *533*, *552*
  interclavicular, *793*, 794
  interespinoso, 466, *467*, *505*
  intermetatarsiano, *655*
  intertransverso, 467, *467*
  intraarticular, *80*, 81, *90*
  isquiofemoral, *563*, 630
  lagunar, *202*, 203, *552*, *561*
  lateral de la articulación temporomandibular, *919*, 920
  lateral de la vejiga, 346, *346*
  longitudinal anterior, 80t, *80*, *90*, *306*, *443*, 465, *466-468*, *631*, *986*
  longitudinal posterior, 465, *466-468*, *473*, *475*, *487*
  lumbocostal, *311*
  lumbosacro, *487*
  meniscofemoral posterior, *640*, 642
  metacarpiano transverso profundo, *811*, 812
  metatarsiano transverso superficial, *690*
  nucal, 466, *467*, 485t, *486*, *986*, 987
  ovárico, 205
  palmar, 754, *755*, *811*
  palpebral lateral, *852*, 892, *892*
  palpebral medial, *848*, *892*
  pectíneo, *202*, 203, *552*, *631*
  pericardiofrénico, 128, *129*
  peritoneal, 218
  peroneoastragalino anterior, 648, *649*, 666
  peroneoastragalino posterior, 648, *649*

Ligamento/s (con denominación) *(cont.)*
  pisoganchoso, *778*, 809
  plantar, *615*, 654, *655*
  poplíteo arqueado, *635*, 636
  poplíteo oblicuo, 572, 636
  pubis inferior, 332, *340*, *403*, *408*
  pubis superior, 332, *333*
  pubofemoral, 630
  puboprostático, 346, *346*, 364, 365, *376*, 377
  pubovesical, 346, *347*, 364, *386*
  pulmonar, 108, *112*, 113
  radiado, 80t, *80*, *90*
  radiocarpiano
    anatomía, *745*, *758*, *763*, *808*
    dorsal, 809
    palmar, 809
  rectal lateral, 348
  redondo, *201*, 270
    del hígado, 202, *269*, 270, *356*
    del útero, 205, *206*, *347*, *383*, *386*, *387*, *577*
  resorte, 654
  retinacular, 754
  rotuliano, 547, 557, *557*, *579*, *592*, *603*, 604, 636, *638*, 656
  sacrococcígeo, *461*
    anterior, *340*
    posterior, 332, *563*
    ventral, *631*
  sacroespinoso, 332, 333, *342*, 563, *567*, *631*
  sacrogenital, 346, *346*
  sacroilíaco
    anterior, 330, *333*, *631*
    interóseo, 330, *333*
    posterior, 330, *333*, 563
  sacrotuberoso, 332, *333*, *403*, 563, *563*, *567*, *63x*
  subastragalino, 650
  supraespinoso, *467*, *505*, *563*
  suspensorio
    de Cooper, 98, *98*
    de la axila, *177*, 688, *689*
    del globo ocular, 903, *907*
    del ovario, 344t, *347*, 365, 382, *383-384*, *386*, 387
    del pene, 365, 420-421, *422*
  talocalcáneo, 650
  talocalcaneonavicular, 650
  talonavicular, *649*
  tibioperoneo, *641*, 647
  tiroepiglótico, 1023, *1024*
  tirohioideo lateral, 1023, *1024*
  tirohioideo medio, 1023, *1024*
  transverso
    del acetábulo, 629
    de la rodilla, *641*, 642
    del atlas, anatomía, 446, *447*, *468*, *983*
    del atlas, rotura, 477, *477*
  superior, *722*
  trapezoideo, 796
  triangular derecho, *269*, 270
  triangular izquierdo, *269*, 270
  umbilical medial, *347*, 350, *354*
  umbilical medio, *201*, 213, *347*, *365*, *374*
  uterosacro, *347*, 387
  venoso, *271*
  vestibular, 1023, *1025*
  vocal, 1023, *1024*, 1025, *1026*
Ligamento/s (de regiones)
  de la articulación de la cadera, 630, *631*
  de la articulación de la rodilla extracapsulares, 636, *638*
  de la articulación de la rodilla intraarticulares, 639-642
  de la articulación del codo, 800, 803, *803*
  de la cintura pélvica, 330-332, *563*
  de la columna vertebral, *467*, *473*
  de la pelvis
    anatomía, *631*
    durante el embarazo, 336
    relajación, 336
  de las articulaciones intercarpianas, 810
  de las articulaciones intermetacarpianas, 812
  del carpo, 809
  del pie, 649, *649*, 652t, 654
Ligamento/s (en general)
  accesorio, 26, 466
  glúteos, 563
Limbo
  corneal, 908
  esfenoidal, *832*, *834*, 835
Línea/s
  alba, *186*, 188, *189-190*, *192*, 192-193, 211, *365*, *422*
  anocutánea, *410*
  anorrectal, *410*
  arqueada, *192*, 193, *201*, 328, *329*
  áspera, *513*, *517*, 518, *549*
  axial, 538
  axilar anterior, 102, *103*
  axilar media, 102
  axilar posterior, 102, *103*, *119*
  costal, 110
    izquierda, *109*
  de detención del crecimiento, 24
  de escisión. V. *Línea/s de tensión de la piel*
  definición, 21
  de Langer. V. *Línea/s de tensión de la piel*
  del músculo sóleo, *21*, *513*, 521, *598*
  de Nélaton, *578-579*
  de reflexión pleural, 109-110
  de tensión de la piel, 13, *14*
  dentada, 416
  dolor pélvico, 361, 385, 389, 399, *422*
  epifisaria, 22
  escapular, *94*, 103, *119*
  espinoumbilical, 188, 199, 259
  espiral, 518
  esternal, *109*, 110
  glútea, 514
    anterior, *513*
    inferior, *513*
    posterior, *513*, *515*
  intercondílea, *517*
  intertrocantérea, *513*, 518, *631*
  media anterior, 102, *103*
  media posterior, 103
  medioclavicular, 102, *102*, *185*, 188, *232*
  mucocutánea, 416
  negra, 211
  nucal inferior, 493t, *493*, *829*, *831*
  nucal superior, 495t, *495*, *826*, 829, *829*, *831*
  oblicua, 1002t, *1002*, *1024*
    posterior, *674*
  paravertebral, *119*
  pectínea, *410*, 413, 416, *517*, 518
  semilunar, *185*, *210*, 211
  supracondílea lateral, *513*, *517*, 518
  supracondílea medial, *513*, *517*, 518, *553*
  tarsometatarsiana, 524
  temporal, *824*
    inferior, *823*, *826*, 827, *829*
    superior, *823*, *826*, 827, *829*
  terminal, 328
  trapezoidea, 675
  vertebral, 110
  vertical, *513*
  yugular, *185*
  Z, *229*, 230
Linfa, 43
Linfadenitis, 46
Linfadenopatías, 541, 625
Linfangitis, 46, 728
Linfedema, 47, 104, *728*
Linfocitos, 43
Língula, *107*, *109*, *112*, 113
Liposucción, 188
Líquido ascítico, 224-225
Líquido
  cefalorraquídeo
    absorción, 881
    circulación, 881
    descripción, 47, 505-506
    fuga, 887
    funciones, 881-882
    hidrocefalia, *886*, 886-887
    otorrea, 887
    rinorrea, 887
    secreción, 881
  extracelular, 41
  lagrimal, 893
  peritoneal, 217
  pleural seroso, 108
  sinovial, *25-26*
Litotripsia, 300, 373
Lobectomía, 124, 283
Lobulillo/s
  de la oreja, *967*
  de la próstata, 878, *879*
  glándula mamaria, 98
  grasa de la mama, *98*
Lóbulo/s
  de la oreja, *967*
  del cerebro, 878, *879*, *884*, *961*
  del hígado, *269*, 270-272, 274t
  del pulmón
    ácigos, 122
    inferior, *111*
    inferior derecho, *119*
    medio derecho, *119*
    superior, *111*
    superior derecho, *119*
    variaciones, 122
  frontal, 878, *879*, *884*, *961*
  occipital, 878, *879*, *1063*

  parietal, 878, *879*
  temporal, 878, *879*, *884*, 1079
Locomoción, 440
Lordosis, 197, 470, 480-481, *481*
Luces, 36
Lumbalgia, 480
Lúnula, 144, *154*
Luxación/es
  de la articulación
    acromioclavicular, 813-814
    de la cadera, 660-661
    del codo, 817, *817*
    del hombro, 708, 814-815
    esternoclavicular, 813-814
    manubrioesternal, 85
    temporomandibular, 927
  de la cabeza del radio, 817
  de la rótula, 661-662
  de las costillas, 85
  de las vértebras, 478
    cervicales, 457, *457*
  del atlas, 458-459
  del axis, *459*, 459-460
  del hombro, 708
  del semilunar, 817
  del tendón del bíceps braquial, 741

M

Mácula lútea, 897
Maléolo
  definición, 21
  lateral del peroné, *21*, *510*, *513*, 521-522, *522*, *525*, *580*, *590*, *601*, *603*, 658
  lateral, fracturas, 528
  medial de la tibia, 521, *521*, *622*, *658*
  medial, fracturas, 528
Mama/s
  alvéolos, 98
  amastia, 106
  anatomía de superficie, 103-104
  aréola, *98*, 98-99, *103*
  arterias, 99, *100*
  cambios en el embarazo, 98
  cuadrantes, 104, *104*
  desarrollo en la pubertad, 98
  descripción, 98
  drenaje linfático, 99, *101*
  femenina, 98-99
  ginecomastia, 106
  glándulas mamarias, 98, *98*
  incisiones quirúrgicas, 105
  nervios, 99
  pezón, *98*, 99, *103*
  polimastia, 105-106
  politelia, 105-106
  proceso axilar, 98, *98*, *103*
  supernumerarias, 105-106
  tomografía computarizada, *177*
  vascularización, 99, *100*
  venas, 99, *100*
Mamografía, 105
Mandíbula
  anatomía, 827, *945*, *986*, *1022*
  borde, *823-824*
  cambios relacionados con la edad, 840
  desarrollo, 840-841
  fracturas, 837-838
  músculos que la movilizan, 922t-923t
Manguito
  pleural, 113
  pulmonar, *112*
Maniobra
  de Heimlich, 1044-1045
  de Valsalva, 41, 1044
Mano
  anatomía de superficie, 786-789. V. también *Falanges; Carpo*
  arterias, 781-782
  definición, 771
  en garra, 730
  huesos, *679*, 679-680, 771, *807*
  infecciones, 789
  músculos cortos, 778-779
  músculos hipotenares, 778
  músculos tenares, 773-774, *777*
  nervios, 782, 784t-785t, 786
  palma
    compartimientos, 773, *774*
    descripción, 7, *8*
    disección, *775*
    fascia, 771-772
  péndula, 743
  posición de reposo, 771, *772*
  posiciones funcionales, *772*
  prensión
    con fuerza, 771, *772*
    de precisión, 771, *772*
    en gancho, 771, *772*
    en pinza, 771, *772*
  surcos, 787, 789
  tendones flexores largos, 779
  vainas tendinosas, 779
  venas, 782
Manubrio, *73*, 78, *78-80*, *94*, 99, *119*, *128*, 673, 698t, *986*, *1014*, *1031*, *1050*
Marcapasos cardíaco, 158-159
Marcas óseas, *20-21*
Marcha
  anserina, 605
  ciclo, 542-544, *543*, 543t-544t
  equina, 605
  glútea, 582
  oscilante, 605
Mareo, 979
Martillo, *966*, 967, *970*, 971
  de reflejos, 3, 33
Mastectomía, 105
  parcial, 105
  radical, 105
  simple, 105
Mastoiditis, 979
Maxilar
  anatomía, *823-824*, 825, *825*, *827*, *831*, *952*
  fracturas, 837
Meato nasal
  común, 958
  inferior, *957*, 958, *962*
  medio, *957*, 958
  superior, *957*, 958
Medial, *7-8*
Mediastino
  anatomía, *107*, *229*
  anterior, *128*, 171, 179
  base, *110*
  biopsia, 132-133
  central, 108
  definición, 127
  inferior, 127, *128*
  medio, 128, *128*
  niveles, *128*
  posterior
    anatomía, *128*
    aorta torácica, 167-168
    conducto torácico, 169
    contenido, 166-171
    descripción, 166
    esófago, 168, 179
    nervios, 170-171
      autónomos, *172*
    vasos sanguíneos, 169-170
  subdivisiones, *128*
  superior
    anatomía, 127, *128*
    contenido, 160-165
    descripción, 160
    disección, *162*, *165*
    esófago, 166
    grandes vasos, 161-163
    límites, *160*
    nervios, 163-165
      autónomos, *172*
    timo, 161
    tráquea, 165-166, 179
  vísceras relacionadas, 132
Mediastinoscopia, 132-133
Mediastinotomía, 175
Medicina forense, 334
Mediopié, 609
Médula
  espinal
    anatomía, *48*, *441*, *501-502*, *866*, *1022*, *1031*
    arterias, 501-504, *503*
    descripción, 496
    isquemia, 506
    lesiones, 506
    neurona motora, 34
    raíces nerviosas, 496
    sección transversal, 506
    shock, 506
    vascularización, 501-504
    venas, 504, *504*
  oblongada, 496, *866*, 878, *879*, *1022*
  ósea, *75*
  suprarrenal, 294
    estimulación parasimpática, 65t
    estimulación simpática, 65t
Mejillas
  anatomía, 929-930
  músculos, 844-847
Membrana
  atlantooccipital, *467-468*
    anterior, 467, *468-469*
    posterior, 467, *468-469*, 493t, *493*
  basilar, *976*

Membrana *(cont.)*
  costocoracoidea, 688, *689*
  cricovocal, 1023
  cuadrangular, 1023, *1024-1025*, *1044*
  fibroelástica de la laringe, 1023
  intercostal externa, 87, *90*
  intercostal interna, 87, *90*
  interósea, *26*, 521, *521*, *533*, *588*, 591t, 596, *627*, *644*, 647, 679, 688, *745*
  obturatriz, *333*, 338, *340*, *631*
  perineal, *346*, *365*, *369*, *407-408*, 409, *421*, *429*, *438*
  serosa, 18
  sinovial
    de la articulación de la cadera, 632
    de la articulación de la rodilla, 636
    de la articulación temporomandibular, 916
    inferior, 916
    superior, 916
  suprapleural, 91, *107*, 108
  tectoria, *468*, 469, 976, *976*
  timpánica
    anatomía, *839*, 966-967, *969*
    perforación, 978-979
    secundaria, *974*, 976
  tirohioidea, 1023, *1024*, 1036
  vestibular, 976, *976*
Meninges
  anatomía, 47, *49*, *843*
  aracnoides. V. *Aracnoides*
  capas, 865
  desarrollo, 505
  descripción, 865
  duramadre. V. *Duramadre*
  espacios, 872
  espinales, *500*, *502*
  función, 865
  piamadre. V. *Piamadre*
Meningitis, 500
Menisco de la articulación de la rodilla
  descripción, 636, 642
  desgarros, 663
  lateral, *641*, 642
  medial, *641*, 642
  movimientos, 642
Mesencéfalo, 878, *879*, *1063*
Mesénquima, 22
Mesenterio, 219, *220*, *239*, 243
Meseta tibial, 520, *638*
Mesiodiente, 947
Mesoapéndice, 219, *248*, 249
Mesocolon
  descendente, *245*
  sigmoideo, *239*, *245*, 253
  transverso, 219, *220*, 221, *242*, *245*, 251, *293*
Mesoneumonio, 113
Mesoovario, 387
Mesosálpinx, 382, 387
Metacarpiano/s
  anatomía, *674*, 680
  cuarto, *807*
  fractura, 687
  imágenes generales, *20*
  primero, *27*
  quinto, *807*
  radiografías, *807*
  segundo, *807*
  tercero, *755*, *807*
Metáfisis, 22
Metástasis
  al hígado, 284
  del cáncer escrotal, 215
  del cáncer testicular, 215
  del carcinoma broncógeno, 125
  del carcinoma de mama, 104
  hematógenas, 125
  linfógenas, 104
  métodos de, 45
Metatarsiano/s
  anatomía, *20*, *609*
  cabeza, *525*
  cuarto, *530*
  cuerpos, 525
  fracturas, 530, *530*
  primero, 524, *525*, *601*, *623*
  quinto, anatomía, *513*, 524-525, *525*, *530*
  segundo, 524
Metatarso, 524
Micción, 366
Mielina, 46, *49*
Miembro inferior
  articulaciones. V. articulaciones específicas
  bloqueo anestésico regional, nervios, 541
  contusiones, 558
  dermatomas, 538, *539*
  desarrollo, 510, *511*, 512
  fosa poplítea. V. *Fosa/s poplítea*
  huesos, anatomía de superficie, 519-520
  huesos, descripción, 511-525
  inervación cutánea, 536, 537t-538t, 538
  libre, 510, *510*
  miembro superior frente a, 673
  nervios, 537t-538t, 538, *539*
  pie. V. *Pie*
  pierna. V. *Pierna/s*
  regiones, 510, *510*
  sistema linfático, 535-536
  tejido subcutáneo, 532
  traumatismos, 525-526
  venas profundas, 535
  venas superficiales, 532, 535
  visión global, 510
Miembro superior
  antebrazo. V. *Antebrazo*
  articulaciones, 793-818
  axila
    anatomía de superficie, 707-708
    arterias. V. *Arterias axila*
    base, 713, *714*
    contenido, *715*
    definición, 713
    límites, *714-715*
    nódulos linfáticos. V. *Nódulo/s linfáticos axilares*
    pared posterior, *733*
    paredes, 713-715, *714*, *718*
    paredes musculares, *699*
    plexo braquial. V. *Plexo braquial*
    venas, *719*
    vértice, 713, *714*
  brazo. V. *Brazo*
  compartimientos, *690*
  dermatomas, 693, 694t, *694*
  fascia, 688-689, *690*
  frente a miembro inferior, 673
  huesos, 673-683. V. también huesos específicos
  mano. V. *Mano*
  músculos. V. también músculos específicos
    axioapendiculares anteriores, 697, 698t, *698*
    axioapendiculares posteriores, 700-709
    escapulohumerales, 704-707
    inervación, 722t-723t
  nervios, 693, 722t-723t
    cutáneos, 693
  regiones, *672*
  segmentos, *672*, 672-673
  sistema linfático, 692-693, *693*
  traumatismos, 683
  venas, 689, 691, *761*
    superficiales, 689, 691
Miofibrillas, 36
Miología, 3
Miotoma, 51, *51*, 480, 538, *539*, 693
Modiolo, 846, *976*
Monte
  del pubis, 328, *403*, 428-429, *438*
  de Venus. V. *Monte del pubis*
Mortaja maleolar, 647
Mucosa, *1025*
  alveolar, *929*, 930, *930*
  bucal, *929*
  labial, *930*
  nasal, 958
  olfatoria, *1062*
  palatina, *929*
Muñeca. V. *Carpo*
Músculo/s (con denominación)
  abductor
    corto del pulgar, 770t, *770*, *775*, *777*, *778*
    del dedo gordo, *523*, *571*, 593t, *593*, 612t, *612*, *615*, *623*
    del dedo pequeño, 523, 612t, *612*, *616*,
    del meñique 31, *770*, *775*, *777*t, *778*, *778*
    flexor corto del dedo gordo, *523*, 612t, *612*
    flexor largo del dedo gordo, *523*, 612t, *612*
    largo del pulgar, *745*, 752t, *753*, *756-757*, *770*, 774, *775*, *780*
  aductor
    corto, 550, *571*
    del dedo gordo, *523*, 553, 613t, *613*, *615*
    del pulgar, *753*, *788*
    largo, anatomía, *32*, *491*, 549t, 550, *556*
    largo, traumatismos, 560
    mayor, 549t, 550, *565*, *567*, *571*, *580*, 632, *635*, *638*
  ancóneo, *677*, *726*, *734*, 735t, 736, *753*
  aritenoideo
    lateral, 1027, *1027*
    oblicuo, 1027, 1028t
    posterior, *1027*, 1029
    transverso, 1027, 1028t
  articular de la rodilla, 548, *548*
  auricular, *919*, *968*
    anterior, *962*

  - superior, 844
- bíceps braquial
  - anatomía, 11, *32, 699, 704, 715, 725*, 731-733, 734t, *745, 793*
    - de superficie, 739-740
  - prueba reflejo, 741
  - tendinitis, 741
- bíceps femoral, *34, 565, 567*, 570t, *570*, 572, *583, 586, 599, 638-639*
- braquial, *725*, 734t, *735, 740, 745, 758, 763*
- braquiorradial, *32, 726, 735, 737, 745*, 751t, *751, 753, 758, 763, 770, 783*
- buccinador, *845*, 846, 846t, *848, 850, 915, 918, 925, 929, 962*
- bulboesponjoso, 389, *389, 406, 421*, 423, 424t, *429*
- cigomático mayor, *32, 845*, 846t, *848, 854*
- cigomático menor, *845, 848*
- ciliar, 897, *907, 1064*
- coccígeo, 339, *340-341, 346, 358*
- compresor de la uretra, *408*, 424t
- condrogloso, 1002t, *1002*
- constrictor
  - inferior de la faringe, 1036, 1037t, 1038
  - medio de la faringe, *845, 1035*, 1036, 1037t, 1038
  - superior de la faringe, *1034*, 1037t, 1038
- coracobraquial, 698t, *699, 725*, 734t, *734*, 735
- corrugador de la ceja, *845, 848*
- cremáster, *190, 204*, 206, *422*
- cricoaritenoideo lateral, 1028t
- cricoaritenoideo posterior, 1028t
- cricofaríngeo, 229, *1022*
- cricotiroideo, *1020*, 1028t, 1029
- cuadrado femoral
  - anatomía, *358, 436, 438*, 564t, *564*, 581
  - inervación, 574t, 575
- cuadrado lumbar, *290-291, 306*, 310, *311*, 312, *312, 487, 491*
- cuadrado plantar, *523, 601*, 612t, *612, 650*
- cuádriceps femoral
  - descripción, 545-548
  - parálisis, 558
  - pruebas, 547
  - recto femoral, 32, 547, 547t
  - vasto intermedio, 547t, 548, *548, 571*
  - vasto lateral, 32, 547t, 548, *548, 565, 571, 579, 603, 635*
  - vasto medial, 32, 547t, 548, *548, 571*, 599, *635*
- de la úvula, 938t, *938*
- del periné
  - en el hombre, 423, 424t
  - en la mujer, 431
  - transverso profundo, *376*, 424t
  - transverso superficial, *348*, 423, 424t, *429*
- deltoides, 11, *32, 483, 699*, 704t, *704*, 704-705, *705, 707-708, 718-719, 735*, 739, *994*
- depresor del ángulo de la boca, *845*, 846t, *848, 854*
- depresor del labio superior, *845, 848*
- digástrico, 188, 495t, *495, 871, 918*, 923t, *925, 962, 972, 1000*, 1001, 1002t, *1002-1003, 1014, 1035-1036*
- dorsal ancho, *34, 87, 291, 310, 483*, 492, *699*, 700t, 701, 703, *704, 709, 726, 740*
- elevador
  - de la escápula, 11, *483-484*, 701t, 703, *703-704, 722, 724, 726, 993-995, 1014*
  - del ángulo de la boca, 846t
  - del ano, 339, *339*, 341, *341-342, 347-371, 376, 402, 405, 421, 435-436, 438*
  - de las costillas, 86, 88t, 92, *487-488*, 489t
  - del labio superior, *845, 848*
  - del labio superior y el ala de la nariz, *845, 848*
  - del párpado superior, *890, 892*, 893, 898, 900t, *900, 902-903, 958, 962, 1064*
  - del velo del paladar, *845, 919*, 938t, *938, 969*, 970, *1033*, 1037t
- endometrio, *383, 387, 437*
- epicraneano, 844
- erector de la columna, 485, 486t, *491*, 492
- erector del pelo, 13, *13*
- escaleno anterior, *89, 164, 166, 986, 993-994, 1008, 1012t, 1013, 1016, 1019*
- escaleno medio, *89, 724, 986, 993, 995*, 1013t, *1013-1014, 1019*
- escaleno posterior, *89, 993-995*, 1013t
- espinoso, 486t
  - cervical, *486*
  - torácico, *484, 486*
- esplenio cervical, *484, 485*, 485t
- esplenio de la cabeza, *484, 485*, 485t, *993*, 1013t
- estapedio, anatomía, *971*, 972
- estapedio, parálisis, 979
- esternocleidomastoideo, 31, *32, 484, 491, 719, 845, 918, 925, 982, 986*, 989, 990t-991t, *990, 993-994, 1000*, 1005, *1008, 1019, 1021, 1036, 1048, 1077*
- esternohioideo, *89*, 923t, *986, 997, 999-1000*, 1001, 1002t, *1002, 1019, 1021, 1026, 1051, 1077*
- esternotiroideo, *89, 982, 986, 997, 999*, 1001, 1002t, *1002, 1019-1021, 1026, 1051, 1077*
- estilofaríngeo, 1027, *1034, 1035-1036*, 1036, 1037t, *1073*
- estilogloso, 942t, *1034, 1077*
- estilohioideo, *845*, 923t, *982*, 1002t, *1002*
- extensor/es
  - corto del dedo gordo, *590, 592*, 614
  - corto de los dedos
    - anatomía, *590, 592*, 593t, *593*, 614, 622
    - contusión, 624
    - inervación, *626*
  - corto del pulgar, *726*, 752t, *753-754*, 757, *770, 778, 780, 783, 791*
  - cubital del carpo, *726*, 751t, *751, 753-754*, 756, *783, 791*
  - del dedo meñique, *726*, 751t, *751*, 753, 756, *791*
  - del índice, *726*, 751t, *754*, 757, *791*
  - de los dedos, 751t, *751*, 752, *753-754*, 754-756, *755, 791*
  - largo del dedo gordo, 593t, *593, 622*
  - largo de los dedos, *32, 588*, 589, *590, 592*, 593t, *593, 626*
  - largo del pulgar, *726*, 752t, *753-754*, 757, *783, 791*
  - radial corto del carpo, *737*, 751t, *751*, 752, *753*, 754, *770, 783, 791*
  - radial largo del carpo, *737*, 751t, *751*, 752, *753-754, 770, 783, 791*
- faríngeos, *986*
- flexor/es
  - corto del dedo gordo, *588*, 593t, *593*, 598t, *598*, 613t, *613, 615-616*
  - corto del dedo meñique, 778, *778*
  - corto de los dedos, *523*, 593t, *593*, 612t, *612, 616*, 777t
  - corto del pulgar, *770, 777*
  - cubital del carpo, *747*, 748t, 749, *762-763, 765, 770, 783, 791*
  - del dedo pequeño, *523, 612*, 613t, *613, 616*
  - largo, *523*
    - del dedo gordo, 593t, *593*, 598t, *598-599*, 601, *650*
    - de los dedos, *523, 588*, 593t, *593*, 597t-598t, *598-599*, 601, 612t, *612, 616, 650*
    - del pulgar, *725*, 749t, 750, *758, 762-763, 770, 778, 780, 791*
  - largos del pie, *17*
  - plantar, *17*
  - profundo de los dedos, *725-726*, 749t, 750, *755, 762, 770, 778, 783, 791*
  - radial del carpo, *725, 737, 745*, 747, *747*, 748t, *748*, 749, *758, 762-763, 765, 778, 780, 791*
  - superficial de los dedos, *725, 745, 748*, 749-750, *758, 762-763, 770, 778, 783*
- gastrocnemio
  - anatomía, *34, 565, 580, 586, 588*, 593t, *593*, 597t, *597*, 598, *599, 603*, 604, *635, 638*
  - distensión, 607
  - fabela en, 606
- gemelo inferior, 564t, *564, 567*, 569, *571*
- gemelo superior, 564t, *564, 567*, 569, *571*
- genihioideo, 923t, *935, 943, 945, 962, 997-998*, 1002t, *1002, 1031, 1033, 1077*
- geniogloso, anatomía, *935*, 942t, *942-943, 945, 998, 1077*
- geniogloso, parálisis, 949-950
- glúteo mayor, *34, 340, 436, 438, 483-484, 491*, 564t, *564*, 565-566, 579, *579-580*, 632
- glúteo medio, *324, 484, 491*, 564t, *564*, 579, *580*, 612, 632
- glúteo menor, 579, 612, 632
- grácil, anatomía, *34*, 549t, 553, *557, 565, 567, 571, 586, 599, 638*
- grácil, trasplante, 559
- hiogloso, 942t, *942-943, 945, 998*, 1002t, *1002, 1077*
- hipotenar, *32, 778, 791*
- ilíaco, *32, 202, 290*, 311, *311-312, 324, 402, 435*, 545, 552, *554*
- iliococcígeo, *340-341*, 343, *405*
- iliocostal
  - anatomía, *484*, 485, 486t, *491*
  - cervical, *486*
  - lumbar, *486*
  - torácico, *486*

Músculo/s (con denominación) *(cont.)*
- iliopsoas, *201*, 311, *311-312*, 545, *546*, *552*, *561*, 632
- infraespinoso, *34*, *704*, 705t, 706-707, *735*, *798*
- infrahioideo, *32*, 921, 923t, 1001, 1027
- intercostal
  - externo, 86, *87*, 88t, *88*, *92*, *121*, *499*, *994*
  - interno, 87, 88t, *88-89*, *121*
  - íntimo, 87, *88*, *90*, *92*
  - movimientos, 91
- interespinosos, *486*, 488, *488*, 489t, *871*
- interóseos dorsales, 613t, *613*, *622*, *726*, *755*, *775*, 777t, *778*
- interóseos plantares, 613t, *613*, *726*, 777t, *778*
- intertransversos, 488, *488*, 489t, *871*
- isquiocavernoso, *406*, *421*, 423, 425t, *429*
- isquiococcígeo, *405*
- isquiotibiales
  - bíceps femoral, *34*, *565*, *567*, 570t, *570*, *572*
  - descripción, 571, 581
  - semimembranoso, *34*, *565*, *567*, 570t, *570*, *580*, *599*, *603*
  - semitendinoso, *34*, *565*, *567*, 570t, *570*, 571-572, *580*, *599*
  - traumatismos, 581
- largo de la cabeza, 988, 1012t, *1013-1014*
- largo del cuello, *166*, *986*, 988, 1012t, *1013-1014*
- longísimo, *484*, 486t, 495t, *495*
- longitudinal inferior, *942*
- longitudinal superior, *942*
- lumbricales, *601*, 612t, *612*, *615-616*, *755*, 777t, *778*
- manguito de los rotadores
  - anatomía, *798*
  - tendinitis, 814
  - traumatismos, 712, 814
- masetero, *845*, *918*, 922t, *925*, *962*
- mentoniano, *845*, 846t, *848*
- milohioideo, *845*, 923t, 935, *982*, *998*, *1000*, *1005*, *1031*, *1033*
- miometrio, *383*, *385*, *387*, *437*
- multífido, *486-487*, 488, *488*, 489t, *871*
- nasal, porción alar, *845*
- nasal, prócer más porción transversa, 846t, *848*
- oblicuo
  - externo, *32*, *87*, *91*, 103, *186*, 188t, 188-189, *189-190*, *204*, *210*, *291*, *310*, *483*, *487*, *491*
  - inferior de la cabeza, 493t, *493*
  - inferior del globo ocular, *892*, 900t, *900*, 902, *958*
  - interno, *186*, 188t, *189-191*, *204*, *291*, *310*, *312*, *483*, *491*
  - superior de la cabeza, 493t, *493*
  - superior del globo ocular, *892*, 900t, *900*, 903, *958*, *1064*
- obturador
  - externo, *435-438*, 553, *553*, *631*
  - interno, anatomía, 338, *340-342*, *371*, *402*, *407*, *435-436*, *438*, 564t, *564*, *567*, 569, *631*
  - interno, inervación, 574t, 575
- occipitofrontal, 844, *848*
  - vientre frontal, *32*, *843*, *845*, *854*
  - vientre occipital, *34*, *845*, *854*
- omohioideo, 923t, *982*, 988, 990t, *990*, 992, *993*, *997*, *1000*, 1001, 1002t, *1002-1003*, 1007, *1019*, *1051*, *1077*
- oponente del dedo meñique, 777t, *778*
- oponente del pulgar, *777*, *778*
- orbicular de la boca, 32, *845*, 846t, *848*, *915*
- orbicular del ojo, *32*, *845*, 848, *848-849*, *854*, *890*, *918*, *925*
- palatofaríngeo, 938t, *938*, *940*, *1034*, 1036, 1037t
- palatogloso, 938t, *938*, 942t
- palmar corto, *745*, *773*, *778*
- palmar largo, *725*, 748t, *748*, 749, *758*, *765*, *773*, *775*, *791*
- papilar anterior, 140, 143, *143*, *149*
- papilar posterior, 140, 143, *143*
- papilar septal, 141
- pectinados, *140*, 142
- pectíneo, *32*, *202*, *436*, *438*, 545, 546t, *546*, 548, 552, *631*
- pectoral mayor, *32*, *87*, *98*, *101*, 103, *103*, *192*, *682*, *689*, *691*, 697, 698t, *698-699*, *707*, *711*, *714*, *718-719*, *993*
- pectoral menor, *87*, *98*, *101*, *689*, 697, 698t, *698-699*, *711*, *714*, *719*, *793*
- perimetrio, *383*, 385
- peroneo corto, *523*, *588*, *590*, 591t, *592*, 593t, *593*, 596, *599*, *603*, 604, *649*
- peroneo largo, *32*, *588*, *590*, 591t, *592*, 593t, *593*, 595-596, *599*, *603*, 604, *649*
- peroneo tercero, *523*, 589, *590*, 591t, *592*, 596, *622*
- piramidal, 192
- piriforme, 11, 339, *340-341*, *346*, 564t, *564*, *575*, 581-582
- plantar, *586*, *588*, 600, *635*
- platisma, *845*, 846t, 847, *848*, *854*, 923t, 985, 987, *987*, 991t, 1005
- poplíteo, *586*, 593t, *593*, 600-601, *638*
- prócer, *845*, *848*
- pronador cuadrado, *725*, *747*, 749t, 750, *758*, *762-763*, *770*
- pronador redondo, *674*, *747-748*, *758*, *762-763*, *765*
- psoas mayor, absceso, 558
- psoas mayor, anatomía, *32*, *245*, 311, *311-312*, *358*, *483*, *491*, *499*, 545, *546*, *552*, *631*
- psoas menor, *311-312*
- pterigoideo lateral, *919*, 922t
- pterigoideo medial, *919*, 923t, *998*, *1035*
- puboanal, *341*
- pubococcígeo, *340*, 341, *341-342*, *348*, *389*
- puboperineal, *341*
- puboprostático, *341*
- puborrectal, *340-342*, *410*
- pubovaginal, *341*, 389, *389*
- pubovesical, *389*
- recto
  - anterior de la cabeza, 1012t, *1014*
  - del abdomen, 32, *87*, *94*, *186*, 188t, *189*, 191-192, *201*, *210*, *239*, *347*, *435*, *437*, *491*
  - femoral, *32*, 547, 547t, *565*, *579*
  - inferior, *890*, 900t, *900*, 902, *961*, *1064*
  - lateral, *892*, 900t, *900*, 902, *1064*
    - de la cabeza, 1013t, *1014*
  - medial, *895*, 900t, *900*, 902, *961*, *1064*
  - posterior mayor de la cabeza, 493t, *493*, 494t
  - posterior menor de la cabeza, 493t, *493*, 494t, *871*
  - superior, *895*, 900t, *900*, 902, *962*, *1064*
- rectovesical, *389*
- redondo mayor, *34*, *699*, *704*, 705t, 705-706, *706*, 708, *709*, *716*, *735*, *740*
- redondo menor, *34*, *704*, 705t, 707, *735*, *798*
- risorio, *845*, 846t, *848*
- romboides mayor, *483*, 492, 701t, *703*, 703-704, *704*, *708-709*, *722*, *726*, *735*
- romboides menor, *483*, 492, 701t, *703*, 703-704, *704*, *708-709*, *722*, *726*
- rotadores, *486*, 488, *488*, 489t, *871*
- salpingofaríngeo, 1037t
- sartorio, *32*, *556*, *599*, *638*
- semiespinoso cervical, 488, *488*, 489t, 493t, *493*
- semiespinoso de la cabeza, *484*, *488*, 493t, *493*, *993*
- semiespinoso torácico, 488, *488*, 489t
- semimembranoso, *34*, *565*, *567*, 570t, *570*, *580*, *586*, 597t, *597*, *599*, *603*, 617t, 638
- semitendinoso, *34*, *565*, *567*, 571-572, *580*, *586*, *599*, 617t, *638*
- serrato anterior, anatomía, *32*, *87*, *89*, *91*, *98*, 103-104, *210*, *491*, 698t, *698*, 699, *699*, 707, *714*, *733*, *994*
- serrato anterior, parálisis, 709-710
- serrato posterior, descripción, *87*
- serrato posterior inferior, *87*, 88t, *88*, *310*, *482*
- serrato posterior superior, *87*, 88t, *88*, *482*
- sóleo accesorio, 608
- sóleo, anatomía, *34*, *580*, *586*, *588*, 597t, *597*, *599*, 600, *603*, 604, *635*
- subclavio, *87*, 689, 698t, *698-699*, 709
- subcostal, 88t, *90*, 96
- subescapular, *699*, *704*, 705t, 707, *726*, *735*
- supinador, 751t, *751*, 756, *758*
- supraespinoso, anatomía, *704*, *798*
- supraespinoso, traumatismos, 712
- suprahioideo, 921, 923t, 1002t, *1002*, 1027
- suspensorio del duodeno, 241, *242*
- tarsal inferior, 891
- tarsal superior, *890*, 891, 898, 908
- temporal, *918*, 922t, *925*, *962*
- temporoparietal, 844
- tenar, *32*, *725*, *763*, 773-774, *777*, *791*
- tensor del tímpano, *969*, 971
- tensor del velo del paladar, *845*, *850*, 937, 938t, *938-939*, 970
- tibial anterior, *32*, *523*, *588*, 589, 590, 591t, 598t, 604, 612t, *612*, *649*, *655*
- tibial posterior, *523*, *588*, 593t, *593*, 597t, *599*, 601-602, 612t, *612*, *615*, 622, *650*, *655*
- tiroaritenoideo, 1028t, 1029
- tirohioideo. 923t, 996, *997*, *999*, 1001, 1002t, *1002*, *1021*, *1077*

  transverso, *942*
    del abdomen, *89*, 188t, *189-190*, 191, *192*, *204*, *312*
    del tórax, 88t, *89-90*, *94*, 96
  transversoespinoso, 485, *486*, *491*
  trapecio, anatomía, *32*, *483*, 492, 493t, *493*, 700t, *700*, 701, *701*, *708-709*, *714*, *724*, *982*, 990t, 991t, 992, *994-995*, *1006*, 1007
  trapecio, parálisis, 1009
  traqueal, 1030, *1031*
  tríceps braquial, 11, *34*, *704*, *726*, *733-734*, 735t, *735*, 739, *740*
  tríceps sural, 596, *599*, 604
  vasto intermedio, 547t, *548*
  vasto lateral, 32, 547t, *548*, 557, *557*, *565*, *571*, *579-580*, *603*, *635*
  vasto medial, 32, 547t, *548*, *556*, *557*, *571*, 580, *580*, *599*, *635*
  vertebrales anteriores, 1012
  vertebrales laterales, 1012
  vertical, *942*
  vocal, 1025, 1028t, 1029
Músculo/s (de regiones u órganos)
  de la boca, 844-847
  de la cara, anatomía, 844-849
  de la cara, parálisis, 861
  de la frente, 844, *848*
  de la laringe, 1027, 1029
  de la masticación, 921, 922t-923t
  del antebrazo, *747*
  de la órbita, *890*
  de la pared abdominal posterior, 311-312, *312*
  de la pared del abdomen anterolateral, 187-193
  de la pared torácica, 86-91
  de la pierna
    compartimiento anterior, 589, *592*
    compartimiento lateral, 595-596
    compartimiento posterior, 596-602, 597t-598t, 600-602
  de la región cervical, anteriores, 1001
  de la región cervical, laterales, 992, *993*
  de las cejas, 844, *848*
  de las mejillas, 844-847
  de las paredes de la pelvis, *341*
  del brazo, 731-736
  del cuello, 492-493, 493t, *493*
  del cuero cabelludo, 844, *848*
  del dorso
      anatomía de superficie, *492*
    descripción, 485
    espasmo, 496
    extrínsecos, 482
    intrínsecos
      capa intermedia, *484*, 485, *486*
      capa profunda, *487*, 488
      capa superficial, *484*, 485
      descripción, 485
  del esófago, 230
  del muslo anterior, 545-548
  del muslo medial, 548-551
  del muslo posterior, 569-572
  de los labios, 844-847
  del pie, 610-614, *612*, 612t-616t, *615-616*
  del suelo de la pelvis, *341*
Músculo/s (en general)
  abdominales, *87*
  activadores, 34
  agonistas, 34
  antagonistas, 34
  arterias a los, 34-35
  axioapendiculares anteriores, 697, 698t, *698*, 800
  axioapendiculares posteriores profundos, 703-706
  axioapendiculares posteriores superficiales, 700-703, *704*
  bipenniformes, 31, *31*
  cardíaco, características, 30t, 36
  cardíaco, definición, 29
  circulares, 31, *31*
  coaptadores, 34
  con cabezas múltiples, 31
  con vientres múltiples, 31
  contracción, 31, 33-36
  cuadrados, 31, *31*
  de la boca, 844-847
  de la masticación, 921, 922t-923t
  defensa muscular, 198
  detrusores, 366
  disfunción, 35
  dorsiflexores, *17*
  electromiografía, 36
  escapulohumerales, 704-707, 800
  esfinterianos, 31, *31*
  esqueléticos
    alargamiento, 35
    características, 30t
    células satélites, 35-36
    contracción/es, 33-36
      concéntricas, 33
      excéntricas, 33, 35
      fásica, 33-34
      isométricas, 33
      isotónicas, 33
      refleja, 33
      tónica, 33
    crecimiento, 35-36
    definición, 29
    forma y características, 29, 31
    funciones, 34
    morfología, 29, *31*
    músculo cardíaco frente a los, 36
    regeneración, 35-36
    vientre, *31*
  estiramiento, 35
  eversores, *17*
  extensores, *34*
  extraoculares, 898-903
  fijadores, 34
  flexores, *33*, 746
  funciones, 34
  fusiformes, 31, *31*
  glúteos, 565-566
  hioideos, 1000
  inserción, 33
  involuntarios, 36
  liso
    características, 30t, 36
    definición, 29
    hiperplasia, 37
    hipertrofia, 37
  motor primario, 34
  multipenniformes, 31, *31*
  nervios a los, 34-35
  origen, 33
  parálisis, 35, 861
  penniformes, 31, *31*
  planos, 31, *31*
  prevertebrales, 1013
  resumen, 36
  sinérgicos, 34
  suboccipitales, 493t, *493*
  toracoapendiculares, *87*, 697
  «traccionados», 35
  unidad motora, 34
  unipenniformes, 31, *31*
Muslo
  abductores, 564t, *564*, *568*
  anatomía de superficie, 557-558
  arterias, 575-577, 576t, *576*
  compartimientos fasciales, *571*
  contusiones, 558
  fascia lata, *204*, 532
  hematoma, 558
  músculos anteriores, 545-548
  músculos mediales, 548-551
  músculos posteriores, 569-572
  músculos, pruebas, 553
  regiones, 510
  rotadores, 564t, *564*, *568*
  sistema linfático, *577*, 577-578
  venas, 577

N

Nariz
  arterias, 959, *959*, 959-960
  dorso, 859
  esqueleto, 955
  fracturas, 963
  propiamente dicha, 955-956
  raíz, 859
  vascularización, *959*, 959-960
  vértice, 859
Nasión, *823-824*, 825, 828t
Nasofaringe, *957*, *1031*, 1032, *1032-1033*, 1034
Navicular, *513*, 524, *524*, *609*
Necrosis
  avascular
    cabeza del fémur, 660
    de la cabeza femoral, 660
    del semilunar, 817
    descripción, 25
    semilunar, 817
  cardíaca, 155
  miocárdica, 37
Nefroptosis, 298
Nefroscopio, 300
Nervio/s (con denominación)
  abducens
    anatomía, *870*, *873*, *883*, *902-903*, *1056-1057*

Nervio abducens *(cont.)*
    descripción, *1055*, 1058t
    divisiones, *1064*
    funciones, 1068
    lesiones, 1079t
    núcleos, *1061*, 1068
    traumatismos, 1081
  accesorio
    anatomía, *499*, *884*, *972*, *993*, 994, *995*, *997-998*, *1005*, *1036*, *1056-1057*
    descripción, 1055, 1059t
    distribución, *1078*
    funciones, 1075
    lesiones, 1009, 1079t
    núcleos, *1061*, 1075
    traumatismos, 710, 1082
  alveolar
    inferior, *850*, 921, *931*, 962, *1069*
    superior anterior, *931*, *1066*
    superior medio, *931*, 963, *1066*
    superior posterior, *931*, 963, *1066*
  anal inferior, 414, *421-422*, 432t
  anococcígeo, 358
  articular, 28
    mayor, *53-54*, 851t-852t, *853-854*, *915*, 916, 966, *968*, 993, 996, *997*
    posterior, 853, *854*
  auriculotemporal, 851t-852t, *915*, 921, 925, *931*, 966, *966*, *972*, *1066*, *1073*
  axilar, anatomía, *54-55*, *721*, 723t
  bucal, anatomía, *850*, 851t-852t, *925*, *931*, *1066*
  bucal, bloqueo, 862
  calcáneo, 538t
  cardíaco, *150*, *1076*
  cavernoso, *422*
  ciático
    anatomía, *54*, 303t, 357, *358*, 359t, *376*, 565, *567*, *573*, 580-581, 587, 602
    bloqueo, 582
    traumatismos, 582
  cigomático, *850*, 852t, *852*, 951, *953*, *1066*, *1069*
  cigomaticofacial, 651t, *852*, *953*
  cigomaticotemporal, 851t-852t, *852*, 951-952, *953*
  ciliar corto, 905
  ciliar largo, 905
  clúneo inferior, 432t, 538t, 573t, 574
  clúneo medial, 538t, 573t, 574
  clúneo superior, 538t, 573t, 574
  coccígeo, *49*, *54*, 358
  coclear, *966*, *976*
  colateral, *90*
  cuadrado femoral, 359t
  cubital
    anatomía, *53-54*, 682, *699*, *711*, *715*, *721*, *737*, *746*, *758*, 785t
    compresión, 769, 792
    en el antebrazo, 761, 762t, *762*
    en el brazo, 739
    en la mano, 786
    ramo/s, *775*, 785t
      cutáneo dorsal, *758*, 762t, *762*, 785t
      cutáneo palmar, 762t, *762*, 785t
      profundo, 785t
      superficial, 785t
    traumatismos, 769-770
  cutáneo, *17*
    de la cara, 849
    del antebrazo, 693
    del brazo, 693
    del miembro superior, 693
    del nervio mandibular, 852t
    del nervio maxilar, 851t-852t
    dorsal intermedio, 617
    dorsal medial, 617
    femoral lateral, *53-54*, *290*, 313, *537*, *552*, *554*
    femoral posterior, *53-54*, *207*, 209, 359t, *421*, 432t, 538t, *567*, *573*, *575*
    lateral del antebrazo, *53*, *695*, *737*, 738, *741*, 763t, 764
    lateral del brazo, ramos anteriores, *91*
    lateral del dorso, *483*
    lateral inferior del brazo, *53*, 695t, *695*
    lateral posterior del brazo, *91*, 695t
    lateral superior del brazo, *53*, 695t, *695*
    medial del antebrazo, *53*, 723t, *741*, 763t, 764
    medial del brazo, *53*, 93, *695*, 723t
    perforante, 359t
    posterior del antebrazo, *53*, *695*, 762t, *762*, 764
    posterior del brazo, *695*
    sural lateral, 587, 593t, *593*
    sural medial, 587, 593t, *593*
  del seno carotídeo, *1076*
  dorsal de la escápula, *55*, 710, 722t
  dorsal del clítoris, *411*, *429*
  dorsal del pene, *405*, *408*, 411, *411*, *420*, 422, *422*
  escrotal anterior, *207*, 209, 419, 432t
  escrotal posterior, *207*, 209, *422*, 419, *421*, 432t
  espinal
    bloqueo, 398, *461*, 527
    cervical, *497*
    coccígeo, 357
    L4, *475*
    L5, *475*
    lumbar, 312-313, *497*
    mixto, *473*
    raíz anterior, *1026*
    ramos meníngeos, 473
    S1, *461*
    S5, *461*
    sacro, 357
    torácico, *497*
  espinoso, *873*
  espláenico/s, *172*
    abdominopélvico, 62, 171, *243*, 267, *297*, 300-301, 303t
    cardiopulmonar, 62, 303t
    imo, *119*, *302*, 303t
    lumbar, *238*, *252*, 301, 303t, *372*, 389
    mayor, *61*, *119*, *167*, 230, *231*, 234, *278*
    menor, *61*, *119*, *231*, *302*, 303t
    pélvico, 253, 303t, 304, *358*, 359t, 360, *372*, *390*
    sacro, *358*
    torácico, 171, *231*, 301, 303t
  etmoidal anterior, *850*, *873*, 905, 959
    ramos meníngeos anteriores, 872, *873*
  etmoidal posterior, *873*, 905, 959
  facial
    anatomía, 853, *854*, *884*, *931*, *971*, *1036*, *1056-1057*
    descripción, *1055*, 1058t
    distribución, *1069*
    funciones, 1068
    inervación parasimpática, *1070*
    lesiones, 1079t, 1081
    nervio intermedio, *1055*, 1068
    núcleos, *1061*, 1068
    parálisis, 863
    raíz motora, 853, 1068
    raíz primaria, *1055*
    ramo/s, 853-855, *854*, 863
      bucal, 863
      cervical, 855, *993*
      cigomático, 853, 855, 863
      marginal de la mandíbula, 855, 863, *915*, *998*
      terminales, *843*
      temporal, 853
    rodilla, 1068
    traumatismos, 863, 1081
  faríngeo, *960*, *1066*
  femoral, *53-54*, *190*, *201-202*, *290*, 313, *435*, *552*, 552-553
  frénico
    accesorio, 996
    anatomía, *54*, *111*, 119, 129, 131, *131*, *137*, *162*, 172t, *724*, *993*, 996, *997*, *1013-1014*, *1019*, *1051*
    bloqueo, 1009
    derecho, *162*, 165, *278*, 307
    izquierdo, *164*, 165, *167*, *307*
    lesión por aplastamiento, 1009
    raíz inferior, *55*
    rotura, 1009
    sección, 317
    traumatismos, 85, 1009
  frontal, 849, *850*, *852*, *902-903*, *1066*
  gástrico, *1076*
  genitofemoral, *54*, *290*, 313, *370*, *422*, 537t, *554*
    ramo genital, 207, 209, 419, 432t
  glosofaríngeo
    anatomía, *884*, 916, 941, *945*, *972*, 1005, *1005*, *1034-1035*, *1056-1057*
    descripción, *1055*, 1059t
    distribución, *1073*
    fibras motoras, 1073
    fibras parasimpáticas, 1072
    funciones, 1072
    inervación parasimpática, *1075*
    lesiones, 1079t, 1082
    neuralgia, 1082
    núcleos, *1062*, 1072
  glúteo inferior, *54*, 357-358, *358*, 359t, 573t, *573*
  glúteo superior, *54*, 357, *358*, 359t, *567*, *573*, 574

- hipogástrico derecho, *252*, 305, 360, *367*
- hipogástrico izquierdo, *252*, 305, 360, *422*
- hipogloso
  - anatomía, *884*, 941, *997-998*, 999, 1005, *1005*, *1035-1036*, *1056-1057*
  - descripción, *1055*, 1059t
  - distribución, *1077*
  - funciones, 1075
  - lesiones, 1079t
  - núcleos, *1061*
  - ramos, *1077*, 1078
  - traumatismos, 950, 1082
- iliohipogástrico, *54*, *191-192*, 194, 194t, *194*, 199, *290*, 313, 537t
- ilioinguinal, anatomía, *54*, *190-192*, 194, 194t, *194*, *204*, *207*, *290*, *312*, 313, 423, 537t
- ilioinguinal, bloqueo, 433
- infraorbitario, anatomía, *850*, 851t, 853, *892*, 952, *953*, *962*
- infraorbitario, bloqueo, 862
- infratroclear, *849*, 851t, *852*
- intercostal, *54*, *119*, *121*, 172t, 307, *499*
  - anatomía, 93, 193-195, 194t
  - bloqueo, 97
  - cuarto, 99
  - décimo, 93
  - noveno, 93
  - octavo, 93
  - onceavo, 93
  - primero, *89*, *93*
  - quinto, 99
  - ramo/s, 93
    - anterior, *90*
    - cutáneos anteriores, *194*
    - cutáneos laterales, *194*
  - segundo, *89*, *93*
  - séptimo, 93
  - sexto, 99
  - tercero, *89*
  - típico, 92-93
- intercostobraquial, *91*, 93, *711*, *714*
- interóseo anterior, 761, 762t, *762*
- interóseo posterior, *726*, *746*, *753*, 763t, 764
- labial anterior, 431, 432t
- labial posterior, 431, 432t
- lagrimal, 849, *850*, 851t, *852*, *902-903*, 953
- laríngeo
  - bloqueo, 1046
  - inferior, *1029*, 1030
  - recurrente
    - anatomía, 114, *164*, 172t, *982*, *1013*, *1016*, *1019*, *1022*, 1027, 1038
    - derecho, *150*, 163, *164*, *1014*, *1016*, *1035-1036*, *1076*
    - izquierdo, *111*, *119*, *150*, *162*, *164*, 165, *1014*, *1029*, *1035-1036*
    - traumatismos, 175, 1043
  - superior, *1021*, 1027, *1029*, *1035*, *1076*
    - ramo externo, *1022*, 1030, *1076*
    - ramo interno, 941, *1022*, 1030, *1076*
  - traumatismos, 1045-1046
- lingual, *850*, 921, *925*, *931*, *998*, *1066*, *1069*, 1072
- mandibular
  - anatomía, 849, *852*, 853, *873*, 921, *1057*, *1066*, *1073*
  - descripción, 1058t, 1065, 1067t
  - ramos, 1067t
    - meníngeos anteriores, 872, *873*
- maxilar
  - anatomía, 849, *852*, *870*, *873*, *925*, 930, 951-952, *953*, *1057*, *1066*
  - descripción, 1058t, 1065, 1067t
  - ramos, 1067t
    - meníngeos anteriores, 872, *873*
- mediano
  - anatomía, *53-54*, *699*, *715*, *721*, 723t, 761, 762t, *762*
    - de superficie, *765*
  - en el brazo, 738-739
  - en la mano, 784t, *784*, 786
  - lesiones, 790-792
  - ramo/s, 761, *783*, 784t, *784*
    - cutáneo palmar, 762t, *762*, *784*, 786
    - lateral, 784t, *784*
    - medial, 784t, *784*
    - recurrente, 784t, *784*
  - traumatismos, 768, 790-792
- meníngeo, *473*, 500
  - recurrente, 872, *873*
- mentoniano, anatomía, *850*, 851t-852t, 921, *931*
- mentoniano, bloqueo, 862
- milohioideo, *925*, *931*, *945*
- musculocutáneo, anatomía, *54-55*, *711*, *715*, *721*, 723t, *733*, *737*, *737-738*, *763*
- musculocutáneo, traumatismos, 743
- nasal externo, 849, *850*, 851t
- nasociliar, 849, *850*, *852*, *902-903*, 960, *1066*
  - ramo comunicante, 904
- nasopalatino, anatomía, 937, *939*, *960*, *1066*
- nasopalatino, bloqueo, 949
- obturador, *53-54*, 313, *340*, 357, *358*, 548, *631*
  - accesorio, 313
  - traumatismos, 361
- occipital mayor, *483*, 493t, *493*, 495t, *495*, 851t-852t, *853*
- occipital menor, *54*, *483*, 495t, *495*, 851t-852t, *853*, *993*, 996
- occipital tercero , *483*, 495t, *495*, 851t-852t, *853*
- oculomotor
  - anatomía, *873*, *883-884*, *902-903*, *1056-1057*, 1062, 1064
  - compresión, 1080
  - descripción, *1055*, 1058t
  - divisiones, *1064*
  - funciones, 1062
  - lesiones, 1079t
  - núcleos, *1061*, 1062
  - parálisis, 913
  - traumatismos, 1080
- oftálmico
  - anatomía, 849, *850*, *1057*, 1058t, *1066*
  - descripción, 1065, 1067t
  - infección por herpes zóster, 862
  - ramos, 1067t
- olfatorio
  - anatomía, *850*, 960, 1054, 1056, *1056-1057*
  - descripción, *1055*, 1058t
  - función, 1054, 1056
  - lesiones, 1079t
  - núcleos, *1061*
- óptico
  - anatomía, *884*, *895*, *902-903*, *1056-1057*, 1061
  - descripción, *1055*, 1058t
  - enfermedades desmielinizantes y, 1079
  - funciones, 1061
  - lesiones, 1079t
  - núcleos, *1061*
- palatino mayor, *850*, 934, 937, *937*, *939*, *960*, *1066*
- palatino menor, *850*, 935, 937, *937*, *939*, *960*, *1066*
- palpebral inferior, *852*
- pectoral lateral, *55*, *699*, *715*, *718*, *722*
- pectoral medial, *699*, *715*, *718*, 723t
- perineal, 432t
  - profundo, 389, 411
  - superficial, 411
- perióstico, 23, *23*
- peroneo común, anatomía, *54*, 575, 580-581, 587, 593t, *593*, 604, *644*
- peroneo común, traumatismos, 605-606
- peroneo profundo, *53*, 538t, 589, *590*, 593t, *593*, 617, 618t, *618*, *622*, *644*
- peroneo superficial
  - anatomía, 538t, 593t, *593*, 617, 618t, *618*, *644*
  - atrapamiento, 606
  - bloqueo, 625
- petroso mayor, *953*, *1069*
- petroso menor, *971*, *1073*
- petroso profundo, 952, *953*, *1069*
- plantar lateral, 538t, *615*, 617, 618t, *618*
- plantar medial, anatomía, 538t, *599*, *615*, 617, 618t, *618*
- plantar medial, atrapamiento, 625
- plantar, prueba del reflejo, 625
- pterigopalatino, *850*, 952
- pudendo, anatomía, *54*, 209, 303t, 357, *358*, 359t, *367*, 389, *390*, *411*, 422, 432t, *567*, 574t, 575
- pudendo, bloqueo, 398, 433, *433*
- pulmonar izquierdo, *162*
- radial
  - anatomía, *53-55*, *721*, 723t, *737*, *756*, 762t, *762*
  - en el antebrazo, 764
  - en el brazo, 738
  - en la mano, 786
  - ramo profundo, 763t, 764
  - ramo superficial, 762t, *762*, 764
  - traumatismos, 743, 770, 792
- ramos comunicantes, *90*, 92-93, *166-167*, *147*, *358*, *367*, *473*
- rectal inferior, 411
- safeno, *53*, 538t, *552*, 553, 593t, *593*, 617, 618t, *618*
- seno carotídeo, 1000
- subclavio, 722t

Nervios/s (con denominación) *(cont.)*
  subcostal, 99, 172t, 194, 194t, *291*, 312, 537t
  subescapular, *55*, 723t, *733*
  submandibular, *850*
  suboccipital, 492, 493t, *493*, 495t, *495*
  supraclavicular
    anatomía, *53-54*, *94*, 695t, *695*, *714*, 996
    intermedio, *993*
    lateral, *993*
    medial, *993*
  supraescapular
    anatomía, *55*, 722t, *733*, *994*, 996
    traumatismos, 1009
  supraorbitario, 849, *850*, 851t, *852*, *892*, *958*
  supratroclear, 849, *850*, 851t, *852-853*, *892*
  sural
    anatomía, *534*, 538t, 593t, *593*, 602, 618t, *618*, 619
    injertos, 624
    lateral, *53*, 593t, *593*
    medial, *53*, 587, 593t, *593*
    ramos calcáneos, *53*
  tentorial, 872, *873*
    tibial, *54*, *584*, 593t, *593*, 602
    atrapamiento, 666-667
    posterior, *617*
    ramos calcáneos, *53*
    traumatismos, 605
  timpánico, *1073*
  tonsilar, 1072
  torácico, *49*
    largo, *55*, *699*, *711*, 722t
    ramo posterior, *92*
  toracodorsal, *699*, 710, 722t
  transverso del cuello, *53-54*, *993*, *997*, 1005
  traumatismos, 710-711, 815
  trigémino
    anatomía, *53*, 849, 851t, *873*, *884*, *931*, *1057*
    bloqueo, 1081
    descripción, *1055*, 1058t
    distribución, *850*
    divisiones, 849, *850*, *1066*
    funciones, 1065
    lesiones, 862, 1079t
    núcleos, *1061*, 1065
    pruebas, 863
    raíz motora, 853, *1055-1056*, 1065
    raíz sensitiva, *1055-1056*, 1065
    ramo mandibular. V. *Nervio/s (con denominación), mandibular*
    ramo maxilar. V. *Nervio/s (con denominación), maxilar*
    ramo oftálmico. V. *Nervio/s (con denominación), oftálmico*
    traumatismos, 1081
  troclear
    anatomía, *870*, *873*, *883*, *902-903*, *1056*
    descripción, 1058t
    divisiones, *1064*
    funciones, 1064
    núcleos, *1061*, 1064
    traumatismos, 1080-1081
  vago
    anatomía, 119, 131, *131*, *137*, *150*, *162*, 172t, 267, *278*, *302*, *884*, *972*, 1005, 1016-1017, *1021*, *1029*, *1035-1036*, *1056-1057*, 1073-1074
    derecho, *111*, *119*, *150*, 163, *164*, *231*, *247*, *1013*, 1016, *1030*, *1076*
    descripción, *1055*, 1059t
    distribución, *1076*
    funciones, 1073
    izquierdo, *111*, *119*, *150*, 163, *164*, 165, *231*, *1013*, 1016, *1076*
    lesiones, 1079t, 1082
    núcleos, *1061*, 1073-1074
    ramo/s, *1076*
      hepático, *231*, *1076*
    resumen, 1076t
  vasomotores, *23*
  vestibular, *966*
  vestibulococlear
    anatomía, *884*, *966*, 975, *1056-1057*
    descripción, *1055*, 1059t, 1071
    funciones, 1071
    lesiones, 1079t
    núcleos, *1061*
    traumatismos, 1082
Nervio/s (de regiones u órganos)
  coccígeo, 359t
  craneales
    anatomía, *49*, 50, *56*
    descripción, 1054
    fibras, 1054
    núcleos, 1054, *1061*
    traumatismos, 1054, 1078
  de la articulación
    de la cadera, 632, 634
    de la rodilla, 643
    del hombro, 800
    esternoclavicular, 796
    tibioperonea, 647
  de la columna vertebral, 473-474
  de la duramadre, 500, *872*, *873*
  de la fosa poplítea, *585*, 586-587
  de la glándula lagrimal, 893
  de la glándula parótida, *915*
  de la laringe, 1030
  de la mama, 99
  de la mano, 782, 784t-785t, 786
  del antebrazo, 693, 761-764
  de la órbita, 903-905
  del apéndice, 249, *252*
  de la pared del abdomen
    anterolateral, 193-195, 194t
    posterior, *312*, 312-313
    traumatismos, 198
  de la pared torácica, 92-93, 172t
  de la pierna, compartimiento anterior, 589, 593t, *593*
  de la pierna, compartimiento posterior, 602
  de la pleura, 118-119, *119*
  de la raíz del cuello, *1016*, 1016-1017
  de la región cervical anterior, 1005
  de la región cervical lateral, 995-996
  de las encías, *931*
  de las glándulas suprarrenales, 297, *297*
  de la uretra, 399, 418
  de la vagina, 389
  de la vejiga urinaria, *367*, 367-368
  de la vesícula biliar, 280
  de la vulva, 431
  del brazo, 693
  del ciego, 249, *252*
  del conducto anal, 414
  del conducto pterigoideo, 893
  del coracobraquial, *715*
  del cuadrado femoral, 573t, *575*, 575
  del cuero cabelludo, 853
  del diafragma, *308*
  del elevador del ano, 359t
  del esófago, *231*
  del estómago, *231*
  del hígado, *276*, *277*, *278*
  del intestino delgado, *238*, *247*
  del mediastino posterior, 170-171
  del mediastino superior, 163-165
  del miembro inferior, 537t-538t, 538
  del miembro superior, 693
  del obturador interno, 574t, 575
  de los dientes, *931*
  de los músculos, 34-35
  de los pulmones, 118-119, *119*
  de los riñones, 297, *297*
  de los uréteres, 297, *297*
  del páncreas, 267-268
  del pene, 422-423
  del pericardio, 129, 131-132
  del periné, *422*, *431*
  del pie, 614, 617-619, 618t, *618*
  del piriforme, 359t
  del recto, 371, *372*
  del útero, 389
  espinales, *49*, 50-51, *497*
  sacros, *49*, *54*, *435*
Nervio/s (en general)
  autónomos, 358-360
  cervicales, *49*
  craneales
    anatomía, *49*, 50, *56*
    descripción, 1054
    fibras, 1054
    núcleos, 1054, *1061*
    traumatismos, 1054, 1078
  lumbares, *49*, *54*
  motores, 35
  periféricos
    anatomía, *49*, 50-51, *51*
    degeneración, 54
    isquemia, 54
Neumectomía, 83, 124
Neumología, 4
Neumomediastino, 989
Neumonía por aspiración, 985
Neumopericardio, 133
Neumotórax, 120-121, 1008
Neuralgia
  del glosofaríngeo, 1082
  del trigémino, 862, 1081
  descripción, 837
Neurinoma del acústico, 1082

Neuritis
  braquial, 730
  óptica, 964, 1079
Neurocráneo, 47, 822, *823*
Neuroglia, 46
Neurolema, 47, 49
Neurona/s, 46, *47*, *57*
  anatomía, 46, *47*, *57*
  motoras multipolares, 46
  postsinápticas, 57
  presinápticas, 57
  receptoras olfatorias, 1054
  sensitivas, 46
    pseudomonopolares, 46
Neuropatía del manillar, 792
Neurotransmisores, 46
Nicturia, 381
Niños
  luxación congénita de la articulación de la cadera, 660
  necrosis de la cabeza del fémur, 660
Nivel de consciencia, 837
Nódulo/s
  atrioventricular, 149, *149*
  auriculoventricular, 149, *149*
  linfáticos
    apicales, *101*, 719, *720*
    arco de la aorta, *118*
    axilares
      anatomía, *101*, 195, *195*, *691*, 715
      anteriores, *44*, 719, *720*
      apicales, 692, *693*
      aumento de tamaño, 728
      centrales, *44*, *693*, *720*
      disección, 728
      humerales, 692, *693*, 719, *720*
      laterales, 692, *693*
      pectorales, *693*, 719, *720*
      posteriores, *44*, *719*, *720*
      subescapulares, *693*, *719-720*
    braquiocefálicos, *170*, 1020
    broncomediastínicos, 117
    broncopulmonares, *112*, 117, *118*
    bucales, *859*, *968*
    celíacos, 230, *243*, 267, 280, *308*, *316*
    centinelas, 125
    centrales, *101*, *720*
      superiores, 246, *246*
    cervicales profundos, *720*, 858, *859*, *915*, *944*, 945, *968*, *982*, *998*, *1021*, 1030, 1038, *1039*
      inferiores, *101*, *118*, *944*, 1020, *1021*, 1030, 1051
    cervicales superficiales, *859*, *915*, 967, *968*, *1021*, 1051
    císticos, *277*, 278-279, *316*
    claviculares, 721
    cólicos derechos, *246*, 251
    cólicos intermedios, 253
    cólicos medios, *246*, 251
    definición, 43
    del codo, *44*, *691*, *692*, 693, *741*
    deltopectorales, *691*, 692, *693*
    diafragmáticos anteriores, 307, *308*
    diafragmáticos posteriores, 307, *308*
    epicólicos, *252*
    esplénicos, *243*
    frénicos, 276-277, *316*
    gástricos, 234, *238*
      izquierdos, 230, *231*, 277
    gastroomentales, 234, *238*, 256
    glúteos, 577
    hepáticos, 267, 276, *277*, 279, *308*, *316*
    humerales, *101*, *720*
    ileocólicos, *244*, *246*, 249
    ilíacos, *44*
      comunes, 296, 316, *316*, 357, *357*, *400-401*, *577*, *622*
      externos, *316*, 355-356, *357*, *400-401*, 535
      internos, *316*, 356, *357*, *400-401*, 414, 418
    infraclaviculares, *101*, *720*, 721
    infrahioideos, *944*, *1039*
    inguinales, *190*
      aumentados de tamaño, 541
      profundos, *44*, *400-401*, 418, 536, *536*, 587, 620, *622*
      superficiales, *44*, 195, *195*, *400*, 414, 419, 431, 535, *536*, *577*, 620, *622*
    interpectorales, *101*, *720*
    intrapulmonares, *118*
    lumbares, *44*, 240, 307, 316, *316*, *357*, *400-401*, *577*
    mastoideos, *854*, *859*, *968*
    mediastínicos posteriores, *44*, 169, *170*, 277, 307, *308*
    mesentéricos, 246, *246*
      inferiores, 253, *316*, *357*, *400-401*
      superiores, 241, *243*, *246*, 249, 267
    metástasis cancerosas vía, 45
    occipitales, *859*, *968*, *1039*
    pancreatoduodenales, 234, *238*, *243*, *277*
    pancreatoesplénicos, 234, *238*, *243*, 264, 267
    paracólicos, 251
    paraesternales, *89*, *101*, *170*, 195, 277, 307, *308*, *720*
    pararrectales, 357, *400-401*
    paratraqueales, *118*, *161*, 1020, *1021*, *1029*, 1030, *1036*, 1038
    parotídeos, 858, 915, *919*, 966, *968*, *1039*
    pectorales, 99, *101*
    pilóricos, 234, *238*, 241, *243*, 256, *277*
    poplíteos
      anatomía, *44*, 536, *536*, 620, *622*
      profundos, 587
      superficiales, 587
    preaórticos, 210
    prelaríngeos, 1020, *1021*
    pretraqueales, 1020, *1021*, *1029*, 1030
    pulmonares, 117, *118*
    retroauriculares, *1039*
    retrofaríngeos, *859*, *944*, *968*, *1039*
    sacros, 356, *357*, *400-401*
    subescapulares, *101*
    submandibulares, 858, *859*, 929, *929*, 934, 943, *968*, *998*, 999, 1007, *1021*, *1039*
    submentonianos, 858, *859*, 929, *929*, *944*, *968*, 999, *1000*, 1007, *1021*, *1039*
    superiores, *308*
    supraclaviculares, *101*, 125, *720*, 721, 1051
    traqueobronquiales, *168*, *170*
      inferiores, 117, *118*, 148
      superiores, 117
    yugulodigástricos, *944*, 1038, *1039*
    yuguloomohioideos, *944*, 945, *968*, *1039*
    yuxtaintestinales, 246, *246*
  sinoatrial, 148, *149*
  sinoauricular, 148, *149*
Noradrenalina, 58
Núcleo/s, *49*
  ambiguo, *1061*
  coclear anterior, *1061*
  coclear posterior, *1061*
  de Edinger-Westphal, *1061*
  definición, 47
  del nervio accesorio, *1061*
  del nervio hipogloso, *1061*
  del nervio oculomotor, *1061*
  del nervio troclear, *1061*
  del tracto solitario, *1061*, *1069*
  espinal, *1061*
  intermediolaterales, *58*
  mesencefálico, *1061*
  motor del nervio facial, *1061*
  motor del nervio trigémino, *1061*
  posterior del nervio vago, *1061*
  pulposo, anatomía, *443*, 465
  pulposo, hernia, 474-476, *475*
  salivatorio, *1061*
  sensitivo principal, *1061*
  vestibular, *1061*

O

Occipucio, 828, *829*
Oclusión
  arterial aguda, 625
  carotídea, 1010
  coronaria, 157-158
  intestinal por cálculos biliares, 287
Oftalmoscopia, *910*, 911
Oftalmoscopio, 2, 911
Oído
  anatomía, 963
  externo, 966-967
  interno, 973-977
  medio, 967, 970-973
Olécranon
  anatomía, 739
  del cúbito, *674*, 678, 682
  fractura, 766, *766*
Olfato, pérdida, 1078
Ombligo, *192*, 210, 967, *969*
Omento
  definición, 219
  mayor, *186*, 219, *220*, 221, 226-227, *233*, *239*, *242*, *259*
  menor, 219, *220*, *259*, *269*, *271*
  protrusión, 199
Onda peristáltica, *68*
Oposición, *9*, 11
Ora serrata, *895*, 897
Órbita, *952*
  arterias, 905-907, 906t, *906*

Órbita *(cont.)*
  definición, 889
  fracturas, 909
  globo ocular
    anatomía, *892*, 894-895
      de superficie, 907-909
    artificial, 912
    cámara anterior, 912
    capa fibrosa, 894
    capa interna, 896-897
    capa vascular, 894, 896
    córnea, 894, *895*, 897
    esclera, *895*
    humor acuoso, *895*
    medios de refracción, 897-898
    pupila, *895*, 896
    retina, *895*, 896-897
  músculos, *890*
  nervios, 903-905
  paredes, 891
  párpados
    anatomía, 859-860, 891, *892*, 908
    infecciones, 910
    traumatismos, 910
  piramidal, 891
  tumores, 909
  vascularización, 905-907
  venas, 905, 907
Ordenador para la enseñanza de la anatomía regional, 3
Oreja, 966-967
Organomegalia, 197
Órgano/s
  de Corti, 976
  extraperitoneales, 217
  genitales femeninos, 382-399, *383*
  genitales masculinos, 376-381
  intraperitoneales, 217
  olfatorios, 1054
  retroperitoneales, 217
  subperitoneales, 217
  vestibulococleares, 975
Orificio/s
  abdominal de la trompa uterina, 382
  abdominal de la trompa uterina, 382
  atrioventricular derecho, 139, *143*
  atrioventricular izquierdo, 139, *143*
  auditivo externo, 828
  cardias gástrico, *229*, 230, 232-233, *324*
  de la trompa auditiva, *1033*
  de la válvula pulmonar, *143*
  de la válvula tricúspide, 139
  diafragma, 308-309
  epiploico, 222
  externo de la uretra, *367*, 368, *369*, *376*, *383*, 385, *386*, *406*, *418*, 420, *422*, *428*
  ileal, 249
  interno de la uretra, *365*, 366, 368, *376*, *383*, 385, *386*
  miopectíneo, *201*, 203
  omental, 222, *223*, *233*, *259*
  pilórico, 231, *233*
  ureteral, *365*, 366
  vaginal, 368, *406*, *428*, 430
  válvula aórtica, *143*
Orofaringe
  anatomía, *1022*, *1031-1033*
  funciones, 1034
Orquitis, 426
Ortopedia, 4
Orzuelo, 910
Osificación
  de la clavícula, 684
  de la rótula, 559
  de las vértebras, 453-455
  del cráneo, 839
  endocondral, 22, 684, 839
  intramembranosa, 22, 684, 839
  primaria, 22, 453-455
  secundaria, 22, 455
Osteocitos, 22
Osteocondrosis, 25
Osteología, 3
Osteonas, 22
Osteopenia, 460
Osteoporosis
  descripción, 24, *24*, 480
  fracturas del cuello femoral secundarias a, 659
Otalgia, 1046
Otitis media, 979, 1048
Otorrea, 887
Ovarios
  anatomía, 205, *206*, 382, *437*
  arterias, 384
  cambios puberales, 382
  inervación, 384-385
  venas, 384
Oxicefalia, *842*

P

Paladar
  blando, 935, *936*, 936-937, 938t, *938-939*, *1022*, *1032-1034*
  características, 935, 937
  descripción, 904
  duro, *831*, 934-935, *936*, *939*, *952*, *1022*
  fisura, 949
Palma de la mano
  compartimientos, 773, *774*
  descripción, 7, *8*
  disección, *775*
  fascia, 771-772
Palpación
  de la arteria femoral, 560
  de la arteria radial, 770
  de la pared del abdomen anterolateral, 197-198
  de los testículos, 426
  definición, 2
  del bazo, *281*
  del útero, 393
Páncreas
  accesorio, tejido, 282
  anatomía, 265
  arterias, *266*
  cabeza, *242*, 266
  cáncer, 283, 318
  cola, 267
  cuello, 266
  cuerpo, 266-267
  definición, 265
  nervios, 267-268
  pseudoquiste, 225
  rotura, 283
  secreciones producidas por, 265
  sistema linfático, *267*
  tomografía computarizada, *323*
  venas, *266*
Pancreatectomía, 282
Pancreatitis, 234, 282
Paperas, 926
Papila
  circunvalada, 940, *940*, *1033*
  duodenal mayor, 241, *242*, *265*, 267, *275*, *277*
  duodenal menor, *242*, *265*, 267
  filiforme, 940, *940*
  foliada, 940, *940*
  fungiforme, 940, *940*
  ileal, 249, *249*
  incisiva, 936, *937*
  lagrimal, *892*, 893, 909
  lingual, 940, *940*
  renal, *293*
Paquimeninges, 865
Paracentesis abdominal, 224
Parafimosis, 426
Parálisis
  de Bell, 1081
  de Erb-Duchenne, 730
  de Klumpke, 730
  de los músculos extrínsecos del globo ocular, 913
  del cuádriceps, 558
  del diafragma, 85
  del estapedio, 979
  del geniogloso, 949-950
  del hemidiafragma, 317
  del nervio facial, 863
  del oculomotor, 1080
  del serrato anterior, 709-710
  del trapecio, 1009
  descripción, 35
Paraplejía, 506
Parasagital, 5
Parestesias, 54, 541
Paro cardíaco, 159
Parotidectomía, 863, 926
Parotiditis, 926
Párpados
  anatomía, 859-860, 891-892, 892, 908
  infecciones, 910
  lesiones, 910
Parto, anestesia, 397-399
Peciolo de la epiglotis, 1023
Pecten del pubis, 203, *329*, 516
Pedúnculo cerebeloso, *1056*
Pelo
  anatomía, 13, *13*
  músculos erectores, 13, *13*
  púbico, *420*
Pelvis (con denominación)
  androide, 334, *334*
  antropoide, 334, *334*
  arterias, 350-355

  - articulaciones, *332*
  - conjugado diagonal, 335
  - definición, 327
  - diámetro, 334-335
  - distancia interespinosa, 335, *335*
  - eje, *328*, 338, *339*
  - estructuras vasculonerviosas, 349-361
  - femenina, 330, *331*, *365*
  - fracturas, 335, *336*
  - ginecoide, 334, *334*
  - inervación visceral aferente en, 361
  - ligamentos
    - anatomía, *332*, *631*
    - durante el embarazo, 336
    - relajación, 336
  - masculina, 330, *331*, *365*
  - mayor, 327-328, *328*, 330, 331t, *339*, *370*
  - menor, 328, *328*, 330, 331t, *339*, *370*
  - paredes, 338-339, *340*
  - reflexiones peritoneales en, 344t, 345
  - resonancia magnética, 434-438
  - sistema linfático, 355, 357, *357*
  - técnicas de diagnóstico por la imagen, 434-438
  - venas, 355, *356*
- Pelvis (renal)
  - anatomía, 292, *293*
  - bífida, 299
  - ectópica, *299*
- Pene
  - anatomía, 419-423
  - arterias, 420-421
  - bulbo, *369*, *376*, 412t, *435-436*
  - circuncisión, 426-427
  - cuerpo, 419
  - erección, 423
  - eyaculación, 423, 425
  - glande, *365*, 420, *420*
  - hipospadias, 426
  - nervios, 422-423
  - piel, 420
  - pilares, 419, *436*
  - raíz, 419
  - venas, 422
- Percusión
  - del corazón, *137*, 153
  - del tórax, 123
- Pericardio, *168*
  - arterias, 129
  - definición, 128
  - desarrollo, *130*
  - fibroso
    - anatomía, *111*, 128-129, *129*, *162*
    - descripción, 132
    - funciones, 128
    - taponamiento cardíaco, 133-134
  - hemopericardio, 133
  - nervios, 129, 131-132
  - neumopericardio, 133
  - seroso, 128
    - descripción, 128, *129*
    - lámina parietal, *111*, 128
    - lámina visceral, 128, *129*
  - venas, 129
- Pericardiocentesis, 134, *134*
- Pericarditis, 133
- Pericitos, 37
- Pericondrio, *19*
- Pericráneo, *843*, 844, *962*
- Perilinfa, 975
- Periné, 327
  - disposición, *403*
  - episiotomía, 414-415
  - femenino, *401*, *403*, *405-406*, 425-434, *431*
  - límites, *403*
  - masculino, *405-406*
    - descripción, 418
    - drenaje linfático, *401*, 423
    - escroto. V. *Escroto*
    - pene. V. *Pene*
    - uretra masculina distal, 418
  - nervios, *422*
- Perineuro, 49, *50*
- Periodonto, 930, 932, 934
- Periórbita, 891
- Periostio
  - anatomía, 16, *19*, *22-23*, *26*, *845*
  - inervación, *473*
- Peristaltismo, 227, 232
- Peritoneo
  - adherencias, 224
  - anatomía, 343
  - definición, 217
  - en la mujer, 343
  - formaciones, 219-221
  - intervenciones quirúrgicas en, 223
  - inyección intraperitoneal, 224
  - mesenterio, 219
  - parietal
    - anatomía, 187, *189*, *201*, 217, *239*, 343
    - diafragmático, *121*
    - embriología, 218
  - visceral, 217-218
- Peritonitis, 223-224, 260, 390
- Peroné
  - anatomía, *20*, *510*, *513*, 521
  - derecho, *521*
  - fracturas, 528
  - funciones, 520
  - imágenes generales, *17*
  - maléolo lateral, *21*
- Pestañas, 892, 909
- Pezón, *98*, 99, *103*
- Piamadre, *461*
  - anatomía, 47, *49*, *500*, 872
  - espinal, 500, *500*
- Pie
  - anatomía de superficie, 622-623, 656-657, *658*
  - arcos, 623, 654, *656*
  - arterias, 617, *619*, 619-620
  - articulaciones, *644*
  - caído, 582, 605-606
  - callo, 667
  - cara plantar, 523
  - del corredor, 625
  - descripción, 609-610, 650-651
  - dorso, 523, 614t, *614*
  - fascia, 610
  - *hallux valgus*, 667
  - huesos, 522-525
  - infecciones, 624
  - ligamentos, 654
  - músculos, 610-614, *612*, *612*, 612t, 661t, *615-616*
  - nervios, 614, 617-619, 618t, *618*
  - piel, 610
  - plano, 667-668
  - planta
    - anatomía, 602
    - arterias, 620
    - compartimiento central, 610
    - compartimiento lateral, 610
    - compartimiento medial, 610
    - heridas hemorrágicas, 625
  - región del talón, 610
  - región dorsal, 610
  - sistema linfático, 620, *622*
  - tarso, 522, 524
  - tejido subcutáneo, 610
  - venas, 620, *621*
  - zambo, 668
- Piel
  - anatomía, 12-14, *13*
  - cicatrices, 15
  - del cuello, 1005
  - del pie, 610
  - dermis, 12-13, *13*
  - desgarros, 15
  - epidermis, 12, *13*
  - estimulación parasimpática, 65t
  - estimulación simpática, 65t
  - estrías de distensión en la, 15, *15*
  - funciones, 12
  - incisiones en la, 15
  - inervación, 13, 51
  - líneas de tensión, 13, *14*
  - quemaduras, 15-16
  - tejido subcutáneo, anatomía, *13*, 13-14, *17*, *98*
  - tejido subcutáneo, ligamentos, 14, *17*
  - traumatismos, 15-16
- Pierna/s
  - anatomía de superficie, 603-604
  - arqueadas, 661, *661*
  - arterias, 594, 594t, *594*
  - articulaciones, *644*
  - compartimiento/s
    - anterior, anatomía, *533*, 545, *571*, *588*
    - anterior, arterias, 594
    - anterior, músculos, 589, *592*
    - anterior, nervio, 592, 593t, *593*
    - infecciones, 605
    - lateral, anatomía, *588*, 591t, 595-596
    - lateral, músculos, 595-596
    - lateral, nervios, 596
    - lateral, vasos sanguíneos, 596
    - medial, *533*, *571*
    - posterior, anatomía, *533*, *571*, *588*, 597, *599*
    - posterior, arterias, 602-603
    - posterior, músculos, 596-602, 597t-598t, 600-602
    - posterior, nervios, 602
  - en X, 661, *661*
  - músculos, 589, *592*

Pierna/s (*cont.*)
  nervios, 592, 593t, *593*
  retorno venoso, 607-608
Pilar/es
  del clítoris, *430*
  del diafragma, 306, *306*
  del pene, 419
  lateral, *202*, 203, *552*
    de la aponeurosis del oblicuo externo, *191*
  medial, *202*, 203
    de la aponeurosis del oblicuo externo, *191*
Pilomotricidad, 62
Piosálpinx, 392
Pirámide renal, 292, *293*
Pirosis, 254
Pisiforme, *679*, 680, 682, *683*, *763*, *775*, *787*, *791*, *807-808*
Placa
  ateroesclerótica, 888
Plagiocefalia, *842*
Plano/s (con denominación)
  interespinoso, *183*, 184, *185*
  medio, 184, *185*
  medioclavicular, 184, *185*
  orbitomeatal, 822, *823*
  subcostal, 184, *185*
  supracrestal, 505, 520
  transpilórico, 184, *185*, *232*
  transtubercular, 184, *185*, *232*
  transumbilical, 184, *185*, *195*, 210
  transverso torácico, 132, *183*
Plano/s (en general)
  anatómicos, 5-6, *6*
  coronal, *5-6*
  fascial, 19
  frontal, *5-6*
  interfascial, 19
  intrafascial, 19
  medio, *5-6*
  paramediano, 5
  sagital, *5-6*
  sagital medio, 5
  transverso, 6, *6*
  vasculonerviosos, 191
Planta del pie
  anatomía, 7, *8*, *602*
  arterias, 620
  compartimiento
    central, 610
    dorsal, 610
    interóseo, 610
    lateral, 610
    medial, 610
  heridas hemorrágicas, 625
Pleura
  anatomía de superficie, 119-120
  arterias, 116
  cervical, descripción, *107*, 108-110, *128*, *162*, 1012
  cervical, traumatismos, 120
  costal, *107*, 119, *166-167*
  cúpula, *150*
  diafragmática, 119
  mediastínica, 119, 127, *162*, *166-167*
  nervios, 118-119, *119*
  parietal
    anatomía, *107*, 108, *121*, *499*
    drenaje linfático, 117
    nervios, 119
    porción costal, *111*, *1013*
  sistema linfático, 117-118, *118*
  traumatismos, 120
  venas, 116-117
  visceral, anatomía, *107*, 108, *115*, *118*, *121*
  visceral, nervios, *119*
Pleurectomía, 122
Pleuresía, 122
Pleuritis, 122, 125, 282
Pleurodesis, 122
Plexo
  aórtico, *367*
    torácico, 167, *167*
  autónomo abdominal, 305
  basilar, *868*, 870
  braquial
    anatomía, *54*, *89*, 93, 693, *715*, *993*, *1013*
    bloqueo, 730
    descripción, 721-725, 982
    neuritis, 730
    parálisis de Erb-Duchenne, 730
    raíces, 721, 996
    traumatismos, 729-730
    troncos, 721, *721*, 996
  capilar alveolar, *115*
  cardíaco, *119*, *150*, 163, *164*, 172t, *1076*
  carotídeo, *885*, *1069*
    externo, 916
  celíaco, 234, *238*, 265, 267, *276*, *278*, 280, *297*, 303t, 305, *1076*
  cervical
    anatomía, *54*, 693, 996, *997*
    bloqueo, 1009
    raíces nerviosas, *1077*
    ramos cutáneos, 996
    ramos motores, 996
  coccígeo, 358
  coroideo, 865, *866*, *879-880*, 881, *1056*
  de Auerbach, *244*, 305
  de Meissner, *244*
  dentario inferior, 921, *931*, 934
  dentario superior, *931*, 934
  esofágico, *119*, 163, *164*, 165, *166*, 172t, *172*, 230, 1074
  faríngeo, *1035*, 1038, 1072
  formación, 55
  frénico, *290*
  hepático, *276*, *277*
  hipogástrico inferior, 301, 303t, 305, 360, *367*, *372*, *390*, *398*, 414, *422*
  hipogástrico superior, *252*, 303t, 304-305, 360, *367*, *372*, *390*, *398*
  intermesentérico, 303t, 305
  limbal, 897
  linfático, 43, 692
    de la palma, *693*
    profundo, 117, *118*
    pulmonar, 117
    subareolar, 99, *101*, *720*
    subepicárdico, 148
    subpleural, *118*
    superficial, 117
  lumbar, *54*, 312, *312*, 313
  mesentérico
    inferior, 303t, 305
    pulmonar, *238*
    superior, *243*, 246, 267, *276*, *297*, 305
  mientérico, *244*, 246, 305
  ovárico, 384
  parotídeo, 853, 915, 1068
  pélvico, *302*, 355, *390*
  periarterial, 23, 230, *231*, *243*, 358, 1020
  peribiliar, *275*
  perivascular, 246
  pulmonar, 172t, *1076*
    anterior, *162*
    derecho, *119*, 163, *164*
    izquierdo, *119*, *164*, *172*
  renal, 297, *297*, 303t, *1076*
  sacro, *54*, *207*, 339, *340*, 357-358, *372*, *390*, *411*
  submucoso, *244*, 246
  timpánico, *971*, *1073*
  tiroideo, 1020-1021, *1021*
  uterino, *384*
  venoso, 41
    epidural, 320
    pampiniforme, 207, *208-209*, 210, *376*, 384, *422-436*
    pélvico, 355, *367*
    prostático, *356*, *367*, 368, *369*, 379, *422*, 423, *435*
    pterigoideo, *857*, *907*, 921, 937
    rectal, 371, *371*, 414, 417
    submucoso, 959
    uterino, 384, 388-389
    uterovaginal, 389
    vaginal, *356*
    vertebral externo, 472
    vertebral interno, 355, 379, 472, *500*, *868*
    vesical, 363, *369*, 377, *422*
Pliegue/s
  alar lateral, 636, *637*
  alar medial, 636, *637*
  aritenoepiglótico, 1023, *1025-1026*, *1032*, 1036, *1044*
  axilar anterior, *102*, 103, *103*, *707*, 713, *714*, *740*
  axilar posterior, *707-708*, 713, *714*
  cecal, 249
  circular, *244*
  duramadre, 865-867, *866*, *868*
  espiral, 278
  faringoepiglótico, *935*, *1032*
  glosoepiglótico, *1027*, *1044*
  ileocecal, *248*
  maleolar anterior, *969*
  maleolar posterior, *969*
  mucoso, *950*
  palatino transverso, *937*
  paraduodenal, *258*
  peritoneal, 220
  rectouterino, 344t, *365*, *386*
  salpingofaríngeo, *935*, *1032-1033*, 1034
  semilunar, *248*
    conjuntiva, 909

  - sinovial, 630, *649*, 779
    - infrarrotuliano, 636, *637*
  - sublingual, *941*
  - transverso del recto, *365*, 370, 375
  - umbilical
    - lateral, *201*, 202, 208t, 344t, *365*
    - medial, 344t, *365*
    - medio, 201, *201*, 208t, 344t
  - urogenital, 426
  - vestibular, *930*, 1023, *1025-1026*, 1027, *1044*
  - vocal, 1025, *1025*, *1033*, *1044*
- Polígono de Willis. V. *Círculo arterial de Willis*
- Polimastia, 105-106
- Politelia, *103*, 105-106
- Polo
  - de la glándula tiroides, 1020
  - frontal, 878, *879*, 885t
  - occipital, 878, *879*, 885t
  - temporal, 878, *879*, 885t
- Porción
  - cervical, 108
  - costal, 108
  - de la pleura parietal, 108
  - diafragmática, 108
  - mediastínica, 108
- Porta hepático, *223*, *233*, *269*, 270
- Posición
  - anatómica, *5*
  - de litotomía, *348*
  - de Trendelenburg, 309, 1011
  - decúbito supino, 132
- Posterior, 6, *8*
- Prensión
  - con fuerza, 771, *772*
  - de precisión, 771, *772*
  - en gancho, 771, *772*
  - en pinza, 771, *772*
  - potencia, 771, *772*
- Prepucio
  - del clítoris, *428*
  - del pene, 420, *420*
- Presbiopía, 911
- Presión
  - intraabdominal, 81
  - intracraneal, *888*
  - intratorácica, 81, *82*
- Proceso
  - axilar, 98
  - caudado, 272
  - ciliar, 896
  - papilar, 272
  - vaginal, 205, 207, 212
- Proctoscopio, 375
- Profundo, 6, *8*
- Prolapso
  - de las vísceras pélvicas, 414
  - del recto, 416
  - del útero, 392, *393*
- Prominencia
  - de la mejilla, 929
  - laríngea, *1000*, *1006*, 1023, *1024*, 1039
  - mandibular, 853
  - maxilar, 853
- Promontorio sacro, *329*, *333*, 335, 451
- Pronación, *9*, 11, 806
- Propiocepción, 28
- Próstata
  - anatomía, 377
  - hipertrofia, 381
  - irrigación arterial, 379
  - lóbulos, 378-379
- Prostatectomía radical, 381
- Prótesis valvular, 154
- Protracción, *10*, 11
- Protrusión, *10*, 11
- Protuberancia
  - definición, 21
  - mentoniana, *823*, *827*, *859*
  - occipital externa, *21*, *467*, 485t, *495*, *823*, *829*, *831*, *868*, *871*, 1007
  - occipital interna, *834*, 835, *868-869*
- Proximal, 7, *8*
- Proyecciones
  - anteroposteriores, 126, 176
  - laterales, 127
  - posteroanteriores, 125, *126*, 176
- Prueba/s
  - de Trendelenburg, 582
  - musculares, 36
- Pterión
  - anatomía, *826*, 828, 828t, *917*, *952*
  - fractura, 874-875
- Ptosis, 908-909
- Pubis, 328, 428, 516
- Puente, 878, *879*, *1022*, *1056*
- Pulgar
  - del domador de toros, 817
  - del esquiador, 817
  - movimientos, *774*
- Pulmón/es
  - anatomía, 18
    - de superficie, 119-120
  - arterias, 116
  - aspecto, 122
  - auscultación, 122
  - base, 113
  - borde anterior, 113
  - cara mediastínica, *111*, 113
  - caras costales, *111*, 113
  - colapso, *120*, 120-121
  - decorticación, 122
  - derecho, *150*, *177*, 179
    - caras costales, *111*
    - lóbulos, 113, *115*
  - desarrollo, 129
  - estimulación parasimpática, 65t
  - estimulación simpática, 65t
  - estructura interna, *115*
  - funciones, 111
  - hilio, 108, 113
  - irritantes inhalados, 122-123
  - izquierdo, *150*, *177*, 179, *183*
    - caras costales, *111*
    - escotadura cardíaca, *109*
    - inferior, *119*
    - lóbulo/s, *111*, 113, *115*
      - inferior, *111*
    - vértice, *109*
  - lóbulo/s
    - inferior derecho, *119*
    - medio derecho, *119*
    - superior, *111*, *124*
      - derecho, *119*
    - variaciones, 122
  - nervios, 118-119, *119*
  - organización, *115*
  - partículas de carbón inhaladas, 122-123
  - percusión, 123, *123*
  - raíces, 108, *111-112*, 113, *137*
  - resección, 123-124
  - sistema linfático, 117-118, *118*
  - vascularización, 116-118
  - venas, 116-117
  - vértice, *109*, 111, *111*, *128*
- Pulpitis, 947
- Pulso/s
  - arteriales, 2
    - carótida, 1007, 1010
    - facial, 863
    - radial, 768, 792
  - dorsal del pie, 625
  - poplíteo, 604
  - tibial posterior, 608, 628
  - yugular interna, 1011
- Punción
  - cisternal, 886
  - espinal, *505*, 505-506
    - lumbar, *505*, 505-506
  - esternal, 24
  - lumbar espinal, *505*, 505-506
  - vena subclavia, 728, 1008
  - vena yugular interna, 1011
- Punto/s
  - blando, 28
  - de McBurney, *199*, 200
  - lagrimales, *892*, 909
  - medioinguinal, 184, *185*
  - semilunar, 184, *185*
- Pupila, *895*, 896, 908
- Pus, 225

Q

- Queloides, 14
- Quemaduras, 15-16
  - de 1.er grado, 15, *15*
  - de 2.º grado, *15*, 16
  - de 3.er grado, *15*, 16
- Quemosis, 876
- Queratocricoide, *1024*
- Quiasma
  - óptico, *880*, 1061, *1063*
  - tendinoso, 779
- Quilotórax, 176
- Quimo, 230
- Quiste/s
  - branquial, *1048*
  - de las glándulas sebáceas, 910
  - del carpo, 767
  - del conducto de Nuck, 212
  - del conducto tirogloso, 1041
  - epidídimo, 215, *215*
  - ovario, 397
  - poplíteo, 665, *665*

- Quiste/s (*cont.*)
  - pseudoquiste pancreático, 225
  - renal, 298
  - sebáceo, 861
  - sinovial, 767, *767*

R

- Radio
  - anatomía, 678-679
  - derecho, *678*
  - extremo distal, 685
  - fracturas, 685-686
  - radiografías, *802*
- Radiografía/s, 66
  - convencionales, *66*, 66-67
  - de la articulación del codo, *802*
  - de tórax, *66*, 125-127
  - proyecciones
    - anteroposteriores, 126, 176
    - laterales, 127
    - posteroanteriores, 125, *126*, 176
  - siluetas mediastínicas, *176*
- Radiología diagnóstica, 2
- Radiopaco, 66
- Radiotransparente, 66
- Rafe
  - escrotal, 418
  - faríngeo, *1035*, 1037t
  - fibroso, *998*, 999
  - palatino, *937*
  - peneano, 418, *420*
  - perineal, 418, *420*
  - pterigomandibular, 844, *845*, *1034*
- Raíz
  - anterior, *49*, 50, *51*
  - de la nariz, 859, 955
  - del nervio facial, 853
  - del nervio trigémino, 853
  - de los dientes, 932
  - de los nervios espinales
    - anatomía, 496
    - arterias, 501-504, *504*
    - compresión, 505
    - primero cervical, *499*
    - primero lumbar, *499*
    - venas, 501-504, *504*
  - del pene, 419
  - del plexo braquial, 721, 996
  - del plexo cervical, *1077*
  - nerviosa, *49*, 50
  - posterior, *49*, 50, *51*, 500
  - simpática del ganglio ciliar, 904
- Rama/s
  - abdominales laterales, *190*
  - circunfleja de la arteria coronaria izquierda, 145, *146*
  - circunfleja de la escápula de la arteria subescapular, *711*
  - de la aorta, 169t
    - descendente, 167
    - torácica, *168*
  - de la arteria
    - axilar, 715
    - bronquial, 169t
    - coronaria derecha, 145, *146*, 147t
    - coronaria izquierda, 145, *146*, 147t
    - esofágica, 169t
    - facial, *1034*
    - frénica, 169t
    - ileocólica, *248*
    - maxilar, *923*
    - musculofrénica, *131*
    - torácica interna, 161
    - uterina, *384*
    - vaginal, 351
  - de la mandíbula, *823-824*, *826*, *917*
  - del arco de la aorta, 174
  - de las arterias espinales torácicas, 194-195
  - de las arterias intercostales posteriores, *100*
  - del nódulo sinoatrial, 145, *146*, 147t
  - del nódulo sinoauricular, 145, *146*, 147t
  - del pubis, *512*
    - inferior, 328, *333*, *515*
    - superior, 328, *513*, 516
  - derecha, *149*
  - espinales, 472
  - interventricular
    - anterior, 145, *146*
    - posterior, *146*, 147t
  - intraventricular, arteria coronaria izquierda, 145, *146*
  - isquiática, 328, *329*, *515*, 516
  - isquiopubiana, *329*, *403*, *435-436*, *438*, *510*, 516, *549*
  - izquierda, *149*
  - maleolar arteria peronea, *602*
  - mamarias, *100*
  - marginal derecha, 145, *146*, 147t
  - mediastínica anterior, 161
  - nódulo atrioventricular, 145, *146*, 147t
  - nódulo auriculoventricular, 145, *146*, 147t
  - pericárdicas, 167
  - púbica de la arteria obturatriz, 350
  - sacras, 315
- Ramo/s
  - abdominales anteriores, *190*
  - anterior, *54*, *90*, *452*, *473*, *502*
    - de C2, *871*
    - de C3, *871*
    - del plexo braquial, *1013*
    - del plexo cervical, *997*
  - blanco, *61*
  - comunicantes blancos, 58, *61*
  - cutáneos
    - del nervio
      - cubital, *775*
      - mediano, 762t, *762*
      - obturador, *537*
      - subcostal, *537*
      - sural, *621*
    - de los nervios toracoabdominales, 194-195
    - de los ramos posteriores, *483*
    - del plexo cervical, 996
    - laterales, 194t, *537*
  - del nervio
    - cubital, *775*, 785t
    - cutáneo lateral (del brazo), ramos anteriores, *91*
    - cutáneo lateral (del brazo), ramos posteriores, *91*
    - espinal, 473
    - facial, 853-855
    - genitofemoral, 207, 209, 419
    - hipogloso, *1077*, 1078
    - intercostal, 98, *112*
    - mandibular, 1067t
    - maxilar, 1067t
    - mediano, 761, *783*, 784t, *784*
    - oftálmico, 1067t
    - perineal, 411
    - sural, *53*
      - calcáneos, *53*
    - tibial, *53*
      - calcáneos, *53*
    - toracoabdominal, *194*
    - vago (con denominación), *1076*
  - gástricos anteriores, *231*
  - gástricos posteriores, *231*
  - gris, *61*
  - meníngeos, nervios espinales, 473
  - posterior, 90, *473*, *502*
  - primario anterior, 51-52, *53*
  - primario posterior, *51*
- Rampa
  - timpánica, 976
  - vestibular, 976, *976*
- Rayos X, *66*, 66-67, 125-127
- Reanimación cardiopulmonar, 159
- Reborde epifisario, 441, 455, 465
- Receptores muscarínicos, 150
- Receso
  - anterior de la fosa isquioanal, 410
  - costodiafragmático, *107*, *109*, 110, *111*, *186*, *223*, *235*, 263, *290*
  - costomediastínico, 110
  - de la bolsa omental, 221
  - epitimpánico, *966*, 967, *971*
  - esfenoetmoidal, *957*, 958, 961
  - faríngeo, *1032-1033*, 1034
  - hepatorrenal, 269, *269*, 292, *293*
  - ileocecal, *248*
  - lateral, *1056*
  - peritoneal, 221
  - piriforme, *1025*, *1032*, 1036, *1044*
  - sacciforme de la articulación radiocubital distal, 807, *808*
  - sacciforme de la articulación radiocubital proximal, 804
  - subfrénico, 221, 269
  - superior, *269*
- Recto
  - anatomía, *239*, *248*, 253, 368-371, *437*
  - arterias, 371
  - exploración, 374-375
  - hemorroides, 417
  - inervación, 371, *372*
  - prolapso, 416
  - resección, 375
  - sistema linfático, 400, *402*
  - venas, 371
- Red venosa dorsal, 689, *691*, *766*, 782, 787
- Reflejo/s
  - abdominal superficial, 198
  - bicipital miotático, 741
  - corneal, 912

- cremastérico, 212
- del tendón calcáneo, 607
- del tendón rotuliano, 559
- fotomotor, 978
- miotáticos, 33
- nauseoso, 949
- plantar, 625
- pupilar a la luz, 911
- tusígeno, 123

- Reflexiones pleurales, 109-110
- Región/es
  - cervical
    - anatomía de superficie, 1005-1007
    - anterior
      - anatomía, 990t, *990, 998-1000*
      - arterias, 1001-1004
      - descripción, 999, 1007
      - músculos, 1001, 1002t, *1002*
      - nervios, 1005
      - venas, 1004
    - estructuras superficiales, 1053
    - lateral, 990t, *990*
      - arterias, 992, 994-995
      - bloqueos nerviosos, 1009
      - descripción, 993, 1007
      - disección, *993*
      - músculos, 992, *993*
      - nervios, 995-996
      - sistema linfático, 999-1000
      - venas, 995, *995*
    - posterior, 990t, *990*, 992, 1007
  - del abdomen, 183-184, *185*
  - de la mejilla, 929
  - de la pierna, 510
  - de la rodilla, 510
  - del hipocondrio derecho, *185*
  - del hipocondrio izquierdo, *185*
  - del miembro inferior, 510, *510*
  - del miembro superior, *672*
  - del muslo, 510
  - del pie, 510
  - del tobillo, 510
  - esternocleidomastoidea, 989-1007
  - glútea
    - anatomía, 510, 562-563
      - de superficie, 578-581
    - arterias, 575-577, 576t, *576*
    - inyecciones, 582-583
    - músculos. V. *Músculo/s glúteo*
    - sistema linfático, 577-578
    - venas, 577
  - inguinal, 202-206
    - derecha, *185*
    - izquierda, *185*
  - labial, 928-951
    - derecha, *185*
    - izquierda, *185*
  - poplítea, *584*
  - suboccipital, 492
  - talocrural, 510
- Regla
  - de los nueves, 16
  - de los tercios de Steele, 477, *477*
- Regulación térmica, papel de la piel, 12-13
- Regurgitación, 153
- Relajación
  - T1, 68
  - T2, 68
- Reposición, *9*, 11
- Resección/es
  - del pulmón, 123-124
  - del recto, 375
  - transuretral de la próstata, 381
- Resonancia magnética
  - de la laringe, *1026*
  - de la pelvis, 434-438
  - del tórax, *180*
  - descripción, 68-70, *70*
- Resorción del hueso alveolar, 838
- Retina
  - anatomía, *895*, 896-897
  - desprendimiento, *910*
- Retináculo/s
  - definición, 18, 189, 202
  - de la piel anatomía, *13*, 14
  - de la piel, tejido subcutáneo, 16, *17*
  - del tobillo, *609*
  - músculos extensores
    - anatomía, *32*, 532, *533*, 688, *690*, 750, *753-754, 757*
    - inferior, 569, *590, 592, 609, 622*
    - superior, 569, *590, 592, 609*
  - músculos flexores, *32, 599, 617*, 688, *690*, 750, *763, 775, 791*
  - músculos peroneos, *34*
    - inferior, 595
    - superior, 595, *599*
  - rotuliano lateral, 547, *548, 637*
  - rotuliano medial, 547, *548*
- Retracción, *10*, 11
- Retropié, *523*, 609
- Retrusión, *10*, 11
- Rinitis, 964
- Rinorrea, 887
- Riñón/es
  - anatomía, *290-293*
  - anomalías congénitas, 299-300
  - arterias, 295, *295*
  - cálculos, 300
  - derecho, *226, 323, 325*
  - ectópicos, 298, *299*
  - embriología, 299-300
  - en herradura, *299*
  - función, 290, 292
  - insuficiencia, 224
  - izquierdo, *226, 323*
  - nervios, 297, *297*
  - quistes, 298
  - sistema linfático, 296-297, *297*
  - supernumerarios, 299
  - trasplante, 298
  - venas, 295, *295*
- Ritmo abdominotorácico paradójico, 224
- Rizotomía, 54
- Roce
  - pericárdico, 133
  - pleural, 122
- Rodete
  - acetabular, 629
  - glenoideo, 796, *798*, 815
  - tubárico, 1034
- Rodilla,
  - articulación de, 634, 636
    - anatomía, *510*
    - arterias, *602*, 642-643
    - artroplastia, 665
      - total de rodilla, 665
    - artroscopia, 664, *664*
    - aspiración, 664
    - bolsas, 643-644, 646t, *646*
    - cápsula, *635*, 636, *637*
    - descripción, 634
    - estabilidad, 634, 636
    - extensores, 547t
    - huesos, *634*
    - inervación, 643
    - irrigación sanguínea, 642-643
    - ligamentos extracapsulares, 636, *638*
    - ligamentos intraarticulares, 639-642
    - movimientos, 642
    - parte posterior, 510
    - superficies articulares, 634, 636
    - traumatismos, 662-664
  - del corredor, 558-559
- Rostral, 7, *8*
- Rotación
  - de la articulación de la rodilla, 643t
  - de la columna vertebral, *470*
  - de la escápula, *702*
  - descripción, *10*, 11
  - externa, 11
  - interna, 11
  - lateral, 11
  - medial, 11
- Rótula
  - anatomía, *20, 510, 513*, 520, *557*
  - bipartita, 559
  - condromalacia, 558-559
  - fracturas, 559
  - funciones, 547
  - luxación, 661-662
  - osificación anormal, 559
  - tripartita, 559
- Rotura
  - del apéndice, 259-260
  - de la uretra masculina, 415-416
  - de la vejiga, 373
  - del bazo, 281
  - del diafragma, 317
  - del hígado, 284
  - del ligamento coracoclavicular, 814
  - del páncreas, 283
  - del tendón calcáneo, 607
  - del tendón del bíceps braquial, 741-742
  - de un aneurisma, 887
    - aórtico abdominal, 319
- Ruidos cardíacos, 136

S

- Saco/s
  - alveolares, *115*, 116
  - conjuntival, 909
  - dural
    - anatomía, *461, 497*, 498
    - espinal, *502*

Saco/s *(cont.)*
  endolinfático, *970, 974,* 975, *1071*
  lagrimal, *889,* 893
  pericárdico, *131,* 134, *166, 186,* 307
  peritoneal, 18
  pleural, 18
Sacralización, 462
Sacro
  anatomía, *20, 329, 437, 510, 512, 627*
    de superficie, 452-453, *453*
  base, 451
  cara/s, 451
    auricular, 451
    dorsal, 451, *452*
    pélvica, 451, *452*
  curvatura, 470
  osificación, *454*
  vértice, 451
Sáculo
  del oído, *974*
  laríngeo, 1023, *1025-1026*
Saliva, 945
Salpingitis, 391
Sangre luminal, 157
Sarcoma/s, 45
Sección/es
  longitudinales, *6-7*
  oblicuas, *6-7*
  transversales, *6-7*
Segmentectomía, 124
Segmentos broncopulmonares, 115, *115*
Semilunar
  anatomía, *679,* 680, *791, 807*
  luxación, 817
  necrosis avascular, 817
Seno/s
  anal, *410,* 413
  aórtico
    derecho, 144, *144*
    izquierdo, 144, *144*
    posterior, 144, *144*
  branquial, *1048*
  carotídeo, anatomía, 1000, *1001, 1003*
  carotídeo, hipersensibilidad, 1010
  cavernoso, anatomía, 869, *870, 883, 907, 919, 1064*
  cavernoso, tromboflebitis, 875-876, 913
  cavernoso, trombosis, 876
  confluencia de, 835, 867, *868, 870*
  coronario, *138,* 130-140, *148*
  del epidídimo, *209,* 210, *215*
  esfenoidal, *935, 957,* 960-962, *961, 1062*
  esfenoparietal, *870*
  frontal, *868, 935, 957,* 960, *961, 1062*
  galactóforo, 98, *98*
  intercavernoso, 869, *870*
  maxilar, *841,* 963
  metástasis tumoral a, 876
  oblicuo del pericardio, 129
  occipital, *868,* 869
  oclusión de, 876
  paranasales, 841, *841,* 960-963
  pericárdico, formación, 129, *130*
  petroso inferior, *868-869,* 870, *870,* 1004, *1004*
  petroso superior, *829, 868-869,* 869-870, *870, 1057*
  prostático, 368, *369,* 379
  pulmonar, 153
  recto, 867, *868, 870*
  renal, *291,* 292
  sagital inferior, *843,* 867, *868, 870, 1057*
  sagital superior, *830, 843, 866, 868, 870, 880, 962, 1057*
  sigmoideo, *829, 868,* 869, *869-870, 971, 1057*
  tarso, 650
  tonsilar, *935, 1033,* 1034
  transiluminación, 964, *965*
  transverso, *834,* 867, *868-870, 1057*
    del pericardio, 129
  venografía de, *871*
  venoso, 138, 140, 876
    de la duramadre, *868*
    de la esclera, *895, 897,* 907
Sensibilidad
  gustativa, 941
  propioceptiva, 52
Septicemia, 29, 46
Septo pelúcido, *879-880*
Sialografía
  del conducto parotídeo, 926-927
  del conducto submandibular, 951
Sialolito, 927
Sigmoidoscopio, 375
Sigmoidostomía, 260
Signo
  de Babinski, 625
  de Hegar, 393
  de la piel de naranja, 104
  del cajón anterior, 663, *663*
  del cajón posterior, 663, *663*
  del psoas, 318
  de Trendelenburg, 660
Silla turca, *832, 835, 883*
Siluetas mediastínicas, *176*
Simpatectomía, 318-319
  lumbar parcial, 318-319
Sinapsis, 47, *47*
Sincondrosis
  de la calvaria, 888
  de la primera costilla, *73,* 78, 81
  esternal, 78
Sindesmosis
  dentoalveolar, 25
  tibioperonea, 521, *627,* 647
Síndrome/s
  compartimental isquémico, 742
  de dolor miofascial, 86
  de estrés de la tibia, 605
  de Horner, 913
  de Klinefelter, 104
  del agujero yugular, 1082
  de la noche del sábado, 54
  del arco doloroso, 814
  del plexo braquial, 85
  del pronador, 768
  del túnel
    carpiano, 767, 790, 817
    cubital, 769
    del tarso, 666-667
  de Ménière, 979-980
  de Poland, 709
  de Raynaud, 790
  isquémico compartimental, 742
Sínfisis
  del pubis, *19,* 184, *186,* 211, *325, 328-329,* 330, 332, *333-334, 339, 347, 365, 374, 403, 437-438, 510, 512,* 516, *561, 627*
  mandibular, *28, 824,* 827, *839,* 840, 999, *1000*
Sinostosis, 22, 78, *514*
Sinusitis, 964
Sistema/s
  alimentario, *4*
  articular, 3
  cardiovascular
    anatomía, 37, *40*
    arterias. V. *Arterias*
    capilares. V. *Capilares*
    definición, 3
    resumen, 43
    venas. V. *Vena/s*
  circulatorio, definición, 3
  circulatorio, funciones, 37
  de la vena porta, 42
  digestivo, *4.* V. también la anatomía específica
  endocrino, *4*
  esquelético
    definición, 3
    partes, 19
  haversianos, *23*
  linfático
    componentes, 43-45, *44*
    de la cabeza, *1039*
    de la cara, 858, *859*
    de la glándula tiroides, 1020
    de la lengua, 943, *944*
    de la oreja, 966-967, *968*
    de la pared del abdomen anterolateral, *195*
    de la pared del abdomen posterior, 316, *316*
    de la pelvis, 355, 357, *357*
    del apéndice, 249
    de la pleura, 117-118, *118*
    de la región cervical lateral, 999-1000
    de la región glútea, 577-578
    de las glándulas seminales, *400*
    de las glándulas suprarrenales, 296-297, *297*
    de las mamas, 99, *101*
    de la uretra masculina, *400,* 418
    de la vagina, 400, *400, 402*
      urinaria, *374*
    de la vesícula biliar, *277,* 279-280
    de la vulva, 431
    del bazo, *267*
    del ciego, 249
    del conducto anal, 413-414
    del conducto colédoco, *277*
    del conducto deferente, *400*
    del corazón, 148
    del cuello, *1039,* 1051-1052
    del cuero cabelludo, 858, *859*
    del diafragma, *308*
    del duodeno, 241, *243*

  del escroto, *207*, 418-419
  del estómago, 234, *238*
  del hígado, *276*, *276-277*
  del intestino delgado, *238*
  del intestino grueso, *252*, *253*
  del miembro inferior, 535-536
  del miembro superior, *691*, *692-693*, *693*
  del muslo, 577-578
  de los conductos eyaculadores, *400*
  de los pulmones, 117-118, *118*
  de los uréteres, 296-297, 363, *374*
  definición, *3*
  del páncreas, *267*
  del pie, 620, *622*
  del recto, 400, *402*
  del riñón, *297*
  del testículo, *207*
  del útero, *400*, 402
  funciones, 43, 45
  hipótesis de Starling aplicada a, 43
  resumen, 46
  trastornos, 45-46
motor somático, 57
muscular, componentes, 29-37
muscular, definición, 3
nervioso
  anatomía, 3
  autónomo
    descripción, 57-58
    división parasimpática, 62, *63*, 64
    división simpática, 58-62, *61*, 64
    funciones, 64, 65t
    ganglios, 57
    resumen, 64
    sensibilidad visceral, 64
  células, 46, *47*
  central, 3, 46-47
  divisiones, 3, 46
  función, 46
  parasimpático
    de la médula suprarrenal, 65t
    de la piel, 65t
    de las vísceras abdominales, 304-305
    del corazón, 65t
    del estómago, 234
    del hígado, 65t
    de los pulmones, 65t
    del tracto urinario, 65t
    del tubo digestivo, 65t
    descripción, 62, *63*, 64
  periférico
    anatomía, 3, 47, 49
    fibras nerviosas, 47, 49, *49-50*
    organización, 47
  simpático
    de las vísceras abdominales, 300-301, 304
    descripción, 58-62, *61*, 64
  somático, 57
olfatorio, *1062*
reproductor, *4*. V. también anatomía específica
respiratorio, *4*
sensitivo somático, 57
tegumentario
    anatomía, 3
    definición, 3
    piel. V. *Piel*
  urinario, *4*
Sístole, 136, 140
Situs inversus, 134
Sondaje uretral en el hombre, 425-426
Soplos, 153
Sordera, 979, 980, 1082
  para los tonos altos, 990
Subluxación atlantoaxial, 477
Sudación, 62
Superficial, *7-8*
Superficie
  articular
    de la articulación de la cadera, 626, 629-630
    de la articulación de la rodilla, 634, 636
    de la articulación talocrural, 647-648
    de la sindesmosis tibioperonea, 647
  de la lengua, 938, 940
  sacropélvica, *329*
Superior, 7, *8*
Superolateral, 7
Supinación, *9*, 11, 804
Surco/s atrioventricular. V. *Surco/s coronario*
  auriculoventricular. V. *Surco/s coronario*
  bicipital, 736, *740*
  carotídeo, *832*
  central, 878, *879*
  coronario, 136, *138*
  cutáneo inferior, 105
  definición, 21
  de flexión, 787
  de la costilla, *75*, *90*
  de la nuca, 449, 492
  del carpo, 787
  del nervio radial, *21*, *674*, 676
  del nervio trigémino, *829*
  del seno sigmoideo, *829*
  del tendón del flexor del dedo gordo, *523*, 524
  del tendón del peroneo largo, *523*, 524
  deltopectoral, *691*, *707*
  digitales, 789
  en la línea media, *940*
  glúteo, 520, *522*,, *563*, *578*, 579, *579*
  hueso, *20*
  infraorbitario, *889*
  infrapalpebral, 859, *859*
  inguinal, *210*, 211
  intermamario, 100, *101*, *103*
  intertubercular, *674*, 676, 682, *714*, *734*
  interventricular anterior, 136, *138*
  interventricular posterior, 136, *138*
  lateral, *879*, *1056*
  medio longitudinal, 449
  medio posterior, 452, *453*, 492
  mentolabial, 929, *929*
  músculo subclavio, 675
  nasolabial, 860, 928, *929*
  obturador, *515*
  occipital, 1003
  palmares, 787
  paracólicos, 221, *245*, 251
  para el menisco medial, *639*
  parietooccipital, 878, *879*
  prequiasmático, *832*, *834*, 835
  suprapalpebral, 859
  terminal, *138*, 138-139, *149*, 940, *1032*
Sustancia blanca, 47, *49*
Sustancia gris, 47
Sustentáculo del astrágalo, *524*, *623*, 656
Sutura/s
  coronal, *26*, *823*, *826*, 829, *830*
  frontal, 822, *824*
  intermaxilar, *28*, *824*, 825, *825*, *839*, *936*
  internasal, *28*
  interpalatina, *936*
  lambdoidea, *826*, 829, *830*
  metópica, 822, 840
  obliteración, 841, *841*
  sagital, 829, *829-831*

T

Tabaquera anatómica, 682, *753*, 757, *757*, 782, 787
Tabique/s
  atrioventricular, porción membranosa, *137*
  auriculoventricular, porción membranosa, *137*
  del pene, 419, *420*
  escrotal, 208, 418, *436*
  femoral, *554*
  fibroso, 610
    lateral, 773
  medial, 773
  interalveolar, 934
  interatrial, 139-140, *143*, *149*
  interauricular, 139-140, *143*, *149*
  intermusculares, 16, *17*
    anterior, 532
    lateral, 532, *565*, *586*, *635*, 688, *690*
    medial, 688, *690*, *737*
    posterior, 532, *588*
    transverso, 532, *533*, *588*, 596, *601*
  interradicular, 934
  interventricular
    descripción, 141, *149*
    porción membranosa, *137*, 141, *141*, *143*, 149
    porción muscular, 141, *143*, 149
  lingual, 941
  nasal, 825, *825*, *841*, 955-956, *958*, *961*
  orbitario, *890*, 891-892
  rectovesical, 346, *365*, 371, *376*, 377
Tacto
  rectal, 381
  vaginal, 396
Tallo de la epiglotis, 1023
Taponamiento cardíaco, 133-134
Tarso, 522, 524
  superior, *890*
Taumatismo vulvar, 432-433
Techo del tímpano, *917*, *952*, 967, *971*
Técnicas de diagnóstico por la imagen
  ecografía, 67-68, *69*
  medicina nuclear, 70, *70*
  radiografía/s. V. *Radiografía/s*
    convencional, *66*, 66-67

- Técnicas de diagnóstico por la imagen (*cont.*)
  - resonancia magnética. V. *Resonancia magnética*
  - tomografía computarizada. V. *Tomografía computarizada*
- Tejido/s
  - conectivo extraperitoneal, *554*
  - linfoide, 43
  - subcutáneo
    - anatomía, *13*, 13-14, *17*
    - de la pared anterolateral del abdomen, 186
    - del cuello, 985
    - del miembro inferior, 532
    - del periné, 404
    - del pie, 610
    - retináculos de la piel, 14, *17*
- Tendinitis
  - calcánea, 606-607
  - calcificada del supraespinoso, 814
  - del bíceps braquial, 741
  - del codo, 766
- Tendón/es (con denominación)
  - abductor largo del pulgar, *787-788*
  - aductor, *549*
  - bíceps braquial
    - anatomía, 731, *737*, *740*, *798*
    - anatomía de superficie, 739
    - luxación, 741
    - rotura, 741-742
  - bíceps femoral, *580*, 604, 656
  - calcáneo
    - anatomía, *34*, *580*, *592*, 596-597, 597t, *601*, 604, *623*, *649*, 657, *658*
    - reflejo, 607
    - rotura, 607
  - cuádriceps, 547, *548*, *639*
  - de la mano, *754*
  - del antebrazo, *754*
  - de la pata de ganso, 553, *635*, *638*
  - del gastrocnemio, *601*, *638*
  - digástrico, *850*, 988, 1001
  - extensor/es
    - corto del dedo gordo, 604
    - de los dedos, *755*, 787
    - largo/s, *34*
      - del dedo gordo, 604, *623*
      - de los dedos, 604
      - del pulgar, *757*
  - flexor/es
    - corto de los dedos, *598*, *601*, *615*
    - corto del dedo gordo, *601*
    - cubital del carpo, 787, *787*
    - largo/s, *32*
      - del dedo gordo, 598t, *601*, 612t, *612*, *615*
      - de los dedos, 598t, *599*, *601*, 612t, *612*, *615*
      - del pulgar, *791*
    - plantar, *601*
    - profundo de los dedos, *755*, 773, *780*
    - radial del carpo, 787, *787*
    - superficial de los dedos, 773, *780*
  - palmar largo, *690*, *763*, *765*, 773, *783*, *787*
  - peroneo largo, *580*, *598*, 622, *655*
  - poplíteo, *639-640*
  - psoas, *202*
  - sartorio, *639*
  - semimembranoso, *580*, *603*, *635*
  - semitendinoso, *580*
  - supraespinoso, *814*
  - tibial anterior, *601*, 604, *623*
  - tibial posterior, 598t, *599*, *601*, *623*
  - tríceps braquial, 739
- Tendón/es (en general), 203, *208*, *340*
- Tenias del colon, 246, *248*
- Tenosinovitis, 789-790
- Tentorio del cerebelo, 868, *868*, *1057*
- *Terminologia anatomica*, 5, 11
- Terminología anatomicomédica
  - abreviaturas, 12
  - descripción, 4-5
  - estructura, 11-12
  - planos anatómicos, 5-6, *6*
  - posición anatómica, *5*
  - términos de lateralidad, 7
  - términos de movimiento, 7-12, *9-10*
  - términos de relación y comparación, 6-7
- Términos
  - de lateralidad, 7
  - de movimiento, 7-11, *9-10*
- Testículo
  - anatomía, *209*, 209-210, *436*
  - apéndice, 215, *215*
  - cáncer de, *215*
  - definición, 209
  - descenso, *205*
    - defectuoso, 211
  - hematocele, 212, *214*
  - hidrocele, 212, *214*
  - mediastino, 209
  - palpación, 426
  - primordio, 205
  - red, *209*
  - sistema linfático, *207*
- Tetania, 1043
- Tetraplejía, 460, 477
- Tibia
  - anatomía, *19*, *510*, 520-521
  - anatomía de superficie, 522
  - bordes, 520, *521*, 604
  - derecha, *521*
  - diáfisis, 520, *521*, 604
  - fracturas, 527-528
  - funciones, 520
  - imágenes generales, *17*
- Tic doloroso, 862
- Tienda del cerebelo, 868, *868*, *1057*
- Timo, 161, 176, *1046*
- Tiroidectomía, 1043
- Tirón en la ingle, 560
- Tomografía computarizada
  - de las mamas, *177*
  - del tórax, 178-180
  - descripción, 67, *69*
  - por emisión de positrones, 70
- Tono, 33
- Tono muscular
  - ausencia, 35
  - definición, 33
- Tonsila
  - faríngea, *859*, *935*, *1022*, *1031*, *1033*, *1034*, *1039*
  - lingual, 940, *940*, *1033*, 1038
  - palatina, *859*, 935, *935*, *940*, 1035, *1039*
  - tubárica, *1033*, 1034
- Tonsilectomía, 1047
- Tonsilitis, 1038
- Toracocentesis, 121
- Toracoscopia, 122, *122*
- Toracotomía, 83-84, *84*, 133
- Tórax
  - batiente, 83
  - corazón. V. *Corazón*
  - definición, 72
  - dimensiones, anteroposterior, 83
  - dimensiones, transversal, *82*, 83
  - elementos, 72
  - grandes vasos. V. *Grandes vasos*
  - mediastino. V. *Mediastino*
  - nervios, 92-93, 172t
  - paredes
    - aberturas, 78-79
    - arterias, 93, 95
    - articulaciones, 79-81
    - cara anterior, *89*, *98*
    - cara posterior, *92*
    - costillas, 74-76, *75*
    - dermatomas, 92, *93*
    - esqueleto. V. *Esqueleto torácico*
    - esternón, 76, 78
    - fascia, 91
    - mamas. V. *Mama/s*
    - movimientos, *82*, 83
    - músculos, 86-91
    - nervios, 92-93, 172t
    - toracotomía, 83-84, *84*
    - vascularización, 93-96
    - venas, 95-96, *96*
    - vértebras torácicas. V. *Vértebra/s torácicas*
    - visión global, 72, 77
  - percusión, 123
  - radiografía, *66-67*, *126*, 176
  - resonancia magnética, *180*
  - tomografía computarizada, 178-179
  - vísceras, *183*
- Tortícolis, *993*, 1008
- Tos del fumador, 122
- Trabécula/s
  - aracnoideas, *500*, *872*
  - carnosas, 139, 142, *143*
  - septomarginal, 141, *141*, *149*
- Tracto, *49*
  - alimentario, irrigación arterial, 227, *228*
  - definición, 47
  - iliopúbico, *201*, 202-203, *204*
  - iliotibial, 532, *533*, *557*, 564t, *564-565*, *571*, *579*, 581, *603*, *635*, *638*
  - olfatorio, *884*, 960, 1056, *1056-1057*, *1062*
  - óptico, *1056*, 1061
  - urinario, estimulación parasimpática, 65t
  - urinario, estimulación simpática, 65t
  - uveal. V. *Capa vascular del globo ocular*
- Trago, 966, *967*
- Transiluminación, 212
- Trapecio, *27*, *679*, 680, *757*, *763*, *807-808*
- Trapezoide, *679*, 680, *690*, *807*

Tráquea
  anatomía, *107*, *111*, 114, *124*, 150, 165-166, 178-179, *935*, *982*, *1020*, *1022*, 1030-1032, *1044*
  aspecto radiográfico, *66*
Traqueotomía, 1045
Trasplante
  de córnea, 912
  de riñón, 298
  renal, 298
Traumatismo/s
  cerrado, 875
  craneal, 875
  de la vulva, 432-433
  del cuello, 1049-1050
  del nervio mediano, 790-792
  de los nervios periféricos, 54
  óseo, 23
Tríada portal, 270, *271*, *273*, *275*, 276-277
Triángulo
  anal, 404, 409-414
  auscultación, *700*, 710
  carotídeo, 990t, *990*, 1000, 1007, 1010
  cistohepático, *265*, *278*
  clavipectoral, *682*, 691, *691*
  de auscultación, *483*
  deltopectoral, *91*, *682*
  digástrico, 990t, *990*
  esternocostal, *306*, 309
  femoral, 551, *553*, 558
  inguinal de Hesselbach, *201*, 202
  lumbocostal, *306*, *312*, 317
  muscular, 990t, *990*, 1000
  occipital, 492, 990t, *990*, 992, 1007
  omoclavicular, 990t, *990*, 992, 1007
  omotraqueal, 990t, *990*
  posterior, *724*
  sacro, 453, *453*
  submandibular, 990t, *990*, *1007*
  submentoniano, 990t, *990*, 999, *1007*
  suboccipital, 493t, *493*
  urogenital, 404-409
Trígono
  fibroso, descripción, 136
  fibroso izquierdo, *137*
  vesical, 366
Trocánter
  definición, 21
  mayor, *21*
    anatomía, *517*, 518, 520, 579, *579*, 582, *627*
    fractura, 527
  menor, *311*, *513*, *517*, 518, 520, 579, *627*
Tróclea
  definición, 21
  del astrágalo, 524, *525*
  del húmero, 23, *802*
  peroneal, *523*, 524, *524*
Trombocinasa, 157
Tromboembolia pulmonar, 540
Tromboflebitis, 540, 875-876, 913
Trombosis, 42, 260, 540
Trompa/s
  auditiva
    anatomía, *834*, *919*, *935*, *957*, 966, *966*, 967, 970, *971*, *1032-1033*
    bloqueo, 979
  uterina
    anatomía, 382, *383*
    arterias, 384
    bloqueo, 223
  embarazo ectópico, 392
  inervación, 384-385
  ligadura, 391
  permeabilidad, 223, 391
  porciones, 382, 384
Tronco/s
  arterioso, 153
  braquiocefálico, *40*, *94*, *137*, *150*, *162*, 163, *164*, *716*, *995*, *1003*, 1014, *1014*, *1021*
  broncomediastínico, *170*
    derecho, *118*
    izquierdo, *118*
  celíaco, 58, *228*, 236t, *236*, *240*, *245*, *271*, *290*, 303t, *316*, *323*
  colector, *170*
  costocervical, *94*, *168*, *995*, *1014*, 1015
  del encéfalo, 496, *879*
  del plexo braquial
    anterior, *721*, 724
    descripción, 992
    inferior, 721, *721*
    medio, 721, *721*
    porción/es, *721*, 724
      infraclavicular, *721*, 722t, 724
      supraclavicular, *721*, 722t, 724
    variaciones, 728-729
  linfático
    broncomediastínico, 99, *101*, *994*
    intestinal, *246*, *316*
    lumbar, 536, *536*
    subclavio, *693*, *720*, *994*
      derecho, *101*, *118*
      izquierdo, *101*
    torácico, 316
    yugular, 99, *101*, 878, *994*, *1039*, 1052
  lumbosacro, *54*, *312*, 313, *340*, *357*, *367*, *422*, *436*
  pulmonar, *40*, *116*, *131*, *137*, 138, *138*, *143*, *146*, 178-179
  simpático, *90*, 93, *119*, *166-167*, *238*, *276*, *297*, *312*, *422*, *499*
    abdominal, 313
    cervical, anatomía, 1004, 1017
    cervical, lesión, 1017
    sacro, 358
    torácico, 170, *172*, 230
  subclavio, *170*, *720*
  tirocervical, *94*, *716*, 717t, *995*, *1013-1014*, 1015, *1019*, *1029*
  toracoacromial, *100*
  vagal, 230
    anterior, 234, *238*, *276*, 304, 1074, *1076*
    posterior, *119*, 223, 235, *238*, *276*, *297*, 304, 1074, *1076*
  yugular, *170*, *720*
    izquierdo, *101*
Tubérculo/s
  aductor, *513*, *517*, 518, 520, *549*
  anterior de las vértebras cervicales, 444, *447*, 455
  anterolateral de la tibia, 520, *522*, *533*, *565*
  articular, *917*, *952*
  carotídeo, *1013-1014*
  conoideo, 675
  corniculado, *1025-1026*
  cuadrado, *517*, 518
  cuneiforme, *1025-1026*
  de Gerdy, *533*, *565*, 656, 664
  de la costilla, *487*
  de la silla, *832*, *834*, 835
  del escafoides, 680, 682, *791*, *808*
  del trapecio, 682
  deltoideo, *676*
  dorsal del radio, *674*, 678, 682, *754*
  epiglótico, *1025-1026*
  faríngeo, *831*, 1037t
  ilíaco, 184, *185*, 520, 533
  infraglenoideo, *734*
  intercondíleo, 520, *639*
  labial, 860
  lateral del tarso, *523*, 524, *524*
  mayor del húmero, *23*, *674*, 676, 681-682, 708
  medial del calcáneo, 524
  medial del tarso, *523*, 524, *524*
  menor del húmero, 676, 682
  mentoniano, *824*, *826*
  óseo, *20*, 22
  posglenoideo, *917*, *919*
  posterior de las vértebras cervicales, 444, *447*, 455
  pubis, 188, *190*, 202, *210*, 211, 328, *329*, *515*, 516, *552*, *554*, *556*, *561*, *631*
  supraglenoideo, *734*
  tibia anterolateral, *579*, *603*
Tuberculosis, 318
Tuberosidad
  de la tibia, 521, *521*, 522, *557*, 603, *634*, *644*
  definición, 21
  del calcáneo, 524, *524*, 597, *658*
  del cúbito, 678
  del cuboides, 524, *524*
  del maxilar, *952*
  del navicular, 524, *524*, 525, *601*, *623*
  del quinto metatarsiano, anatomía, 524-525, *603*
  del radio, 678, *805*
  deltoidea, *674*, 676
  glútea, *513*, *517*, 518, *549*, *565*
  isquiática, *23*, 328, *340*, *342*, *403*, *436*, *512*, *514*, 516, 520, *549*, 565, *565*, *578-579*
Tubo/s
  cardíaco, 129, *130*
  digestivo, estimulación parasimpática, 65t
  digestivo, estimulación simpática, 65t
  torácicos, 121-122
Túbulo/s
  rectos, 209, *209*
  seminíferos, 209, *209*
Tumor/es
  hipofisarios, 875
  orbitarios, 909
Túnel
  carpiano, 790
  osteofibroso, 779

- Túnica
  - adventicia, 38, *39*
  - albugínea, 209, *209*, 419, *420*
  - íntima, 37, *39*
  - media, 36-37, *39*
  - vaginal, 205, 209, *209*

U

- Úlcera/s
  - corneal, 912
  - duodenal, 257
  - gástricas, 256-257
- Unilateral, 7
- Unión/es
  - anorrectal, *410*, 413
  - costocondral, 85
  - duodenoyeyunal, *238*, 239, *239*, *242-243*, *245*
  - esclerocorneal, 908
  - esofagogástrica, *229*, 230
  - faringoesofágica, *1032*, *1036*, 1038
  - gastroesofágica, *322*
  - ileocecal, *239*, 241, *243*
  - rectosigmoidea, 368, *410*
  - xifoesternal, *698*
- Uréter/es
  - anatomía, *226*, 293, *247*, 363
  - anomalías congénitas, 299-300
  - arterias, 363
  - bífidos, *299*
  - cálculos, 300, 373
  - definición, 293, 363
  - drenaje linfático, 363
  - inervación, 363-364
  - lesiones yatrogénicas, 361
  - nervios, 297, *297*
  - retrocava, 299
  - sistema linfático, 296-297
  - venas, 363
- Uretra, *436*, *438*
  - esponjosa 369t, *369*, *376*, *406*, 415, 418
  - femenina
    - frente a la uretra masculina, 374
    - irrigación arterial, 368
    - venas, 368
  - inervación, *367*
  - masculina
    - anatomía, *419*
    - distal, 418
    - esponjosa, 369t, *369*, *376*, *406*, 415, 418
    - frente a la uretra femenina, 374
    - inervación, *367*, 368
    - irrigación arterial, 368
    - porción intermedia, 369t, 415, 451
    - porción intramural, 369t
    - porciones, 369t
    - prostática, 369t
    - proximal, 368
    - rotura, 415-416
    - sondaje, 425-426
    - venas, 368
- Urología, 4
- Útero
  - arterias, *384*, 388
  - cambios
    - posparto, 394, *394*
    - puberales, 394
    - relacionados con el embarazo, *394*
    - relacionados con la edad, 393-395, *394*
    - relacionados con la menopausia, 395
  - cáncer de, 211-212
  - cuello, 385, *437*
  - cuerpo, *383*, 385, *437*
  - definición, 385
  - disposición, 392, *393*
  - en anteflexión, *393*
  - en anteversión, *393*
  - en la multípara, *394*
  - endometrio, *383*, 387, *437*
  - exploración, 393, *393*
  - fondo, *383*, 385, *437*
  - histerectomía, 393, *393*
  - inervación, 389
  - ligamentos, 387
  - miometrio, *383*, 385, 387
  - palpación bimanual, 393
  - perimetrio, *383*, 385
  - posición, 385, 387
  - prolapso, 392, *393*
  - relaciones, 388
  - sistema linfático, 400, *402*
- Utrículo
  - del oído, 975, *976*
  - mácula, 975
  - prostático, *365*, 368, *376*
- Uveítis, 911
- Úvula, 935, *936-937*, *950*, *1032-1034*
  - vesical, 366

V

- Vagina
  - anatomía, 388-389, *437*
  - arterias, 389
  - culdocentesis, 397
  - culdoscopia, 397
  - distensión, 396
  - fístulas, 396, *396*
  - funciones, 388-389
  - inervación, 389
  - orificio, *365*
  - paredes, *383*
  - sistema linfático, 400, *402*
  - tacto vaginal, 397
  - venas, *384*, 389
- Vaginismo, 434
- Vagotomía, 256-257
- Vaina
  - axilar, 715, 988
  - carotídea, *986*, 988-989, *1000*, 1001, *1003*, 1007, 1015
  - común flexora, 750, *780*
  - de la aracnoides, 974t
  - de la glándula tiroides, *1036*
  - de los rectos, pared anterior, *188*, *189-192*, 192-193
  - de los rectos, pared posterior, *192*, *201*
  - del globo ocular, *890*, 891
  - del psoas, 310
  - dural, *890*
    - del globo ocular, *895*
  - fascial del globo ocular, 899
  - femoral, *552*, 553, *554*
  - fibrosa digital, 773
  - hipogástrica, 345, *347*
  - parotídea, *915*
  - sinovial tendinosa, 18, *18*, 750, *754*
  - tendinosa
    - del abductor largo del pulgar, 757
    - del extensor corto del pulgar, 757
    - del extensor cubital del carpo, *756*
    - del extensor de los dedos, 752
    - del extensor del índice, 752
    - del extensor largo del pulgar, 757
    - del flexor largo del pulgar, 750
    - del flexor radial del carpo, 749
    - de los dedos, *32*
    - de los extensores radiales del carpo, 752
    - en la mano, 779
  - vasculonerviosa, *17*
- Valéculas, *1026*, *1044*
- Valva/s
  - de la válvula aórtica, *143*, 153
  - de la válvula pulmonar, *140*, *143*, 153
- Válvula/s
  - anal, 413
  - aórtica
    - anatomía, *137*, *143-144*
    - estenosis, 154
    - insuficiencia, 154
    - valvas, *144*
  - mitral
    - anatomía, *135*, *143*
    - cúspides, 143-144
    - insuficiencia, 154
  - pulmonar
    - anatomía, *135*, 144
    - estenosis, 153
    - insuficiencia, 153
    - valvas, 153
  - semilunar, 144
  - tricúspide, anatomía, *135*, 139, *143*
  - venosas, 535
- Valvuloplastia, 154
- Variaciones anatómicas, 12
- Varices esofágicas, *231*, 254
- Varicocele, 215
- Variz en la vena safena, 561
- *Vasa nervorum*, 54
- Vasectomía, 381
- Vasoconstrictores, 118
- Vasomotricidad, 62
- Vaso/s
  - linfáticos
    - definición, 43
    - profundos, *44*
    - superficiales, *44*
  - quilíferos, 246
  - rectos, *244*, 246
  - sanguíneos. V. también *Arteria/s; Vena/s*
    - abdomen, pared anterolateral, 195
    - abdomen, pared posterior, 313-316
    - de la articulación talocrural, 650
    - de la articulación de la cadera, 632
    - de la articulación de la rodilla, 642-643
    - de la articulación del codo, 804
    - del carpo, 809

    del cuello del fémur, 632
    del estómago, 234
    del hígado, 272
    del mediastino posterior, 169-170
Vejiga urinaria, *435, 437*
  arterias, 366-367
  cistocele, 373
  cistoscopia, 374, *374*
  cuello, 366
  cuerpo, 366
  definición, 364
  en lactantes, 364
  en niños, 364
  fondo, *365*, 366
  inervación, *367*, 367-368
  interior, *369*
  micción, 366
  paredes, 366
  rotura, 373
  sistema linfático, *400*
  trígono, 366
  úvula, 366
  venas, 367
  vértice, 366
Vellosidades intestinales, 246
Vena/s (con denominación)
  ácigos, *96*, 117, *166*, 169-170, *186, 280*
    arco, *138*, 178-179
  angular, 857t, *857*
  apendicular, *228*
  auricular posterior, *857*, 858, 995, *995*
  axilar
    anatomía, *40, 89, 100-101*, 178-179, *691, 715*, 718, *719, 724, 994*
    derecha, *1008*
    en la punción de la vena subclavia, 728
    traumatismos, 728
  basílica, *40*, 691, *693, 719, 737*, 740, *741, 767*
  basivertebral, 473
  braquial, *40, 719*, 737, *737*
  braquiocefálica, *40, 89, 162, 724, 857, 875, 994*, 995, *995*, 1004
    derecha, *96, 101, 137-138, 162, 164, 166, 170*, 178-179, *720, 1004, 1029*
    izquierda, *96, 101, 131, 137-138, 164, 166, 170*, 178-179, *720, 982, 1004, 1013, 1039, 1046*
    surco, *112*
  broncomediastínica izquierda, *101*
  bronquiales, 117, *117*
  cardíaca/s, 148, 162
    anterior, 148, *148*
    magna, 148, *148*
    media, 148, *148*
    menor, 148, *148*
  cava inferior
    anatomía, *40, 96, 131, 138, 141, 164, 166, 177, 186, 240, 242, 245, 265, 288*, 319-320, 355, *356*, 384
    exposición quirúrgica, 133
    obstrucción, 176
    orificio de la cava, 308
    resonancia magnética, *324*
    surco, *112*, 270
  cava superior
    anatomía, *40, 96, 131, 135, 138, 141, 143, 146, 162*, 164, *1005, 1008, 1011*
      de superficie, 100
    aspecto radiográfico, *66*
    exposición quirúrgica, 133
    obstrucción, 176
    surco, *112*
    tomografía computarizada, 178-179
  cefálica, *40, 91, 100*, 691, *693, 711, 715, 719, 737*, 740, *741, 767*
  central, 272, *275, 277*
    de la retina, 897, *907*
    inferior, 883
  cerebral/es
    magna, 867, *868, 870*, 883
    media, 883
    oclusión, 876
    superior, *868*, 883
  cervical profunda, *495, 871*
  ciliar anterior, 897
  circunfleja femoral lateral, *534*
  circunfleja ilíaca profunda, *534*
  cística, *228, 278*, 279
  cólica derecha, *228, 240*, 251, *252*
  cólica izquierda, *228, 252*
  cólica media, *228, 252*
  cubital, *40*
  cutánea anterior, *534*, 535
  cutánea lateral, *534*, 535
  digital plantar, 620
  dorsal
    de la lengua, 941
    del clítoris, 367
    del dedo gordo, *534*, 535
    del dedo pequeño, *534*
    del pene, *356, 376, 408, 420*, 422, *422*
  emisaria, 860, 870-871
    condílea posterior, 871, *871*
    frontal, 870
    mastoidea, 871, *871*
    parietal, 870
  epigástrica/s, *280*
    inferior, *195, 201*
    superficial, *190, 195, 534*
  esofágica, *280*
  espinal anterior, 504, *504*
  espinal posterior, 504, *504*
  esplénica, 234, *234-235*, 252, 264, *265*, 267, *280*, 322, *324-325, 356*
  facial, *854, 857t, 857, 858, 868, 870, 995, 1004*, 1005
    común, *857, 998*
    profunda, 857t, 858t, *858, 868*
    tromboflebitis, 875-876
  faríngea, *1004*, 1005
  femoral
    anatomía, *40, 190, 195, 438, 534*, 535, *552*, 556, 558, *571, 587*
    cateterización, 561
    localización, 561
    superficial, 561
  frénica inferior, 307
  frénica superior, 307
  gástrica corta, *228*, 234, *237, 266*
  gástrica derecha, 234, *237*
  gástrica izquierda, *228*, 230, 234, *237, 280*
  gastroomental derecha, 234, *234*
  gastroomental izquierda, *228*, 234, *237*
  glútea inferior, *356, 534*, 577, *577*
  glútea superior, *356, 534*, 577, *577*
  hemiácigos, *96*, 170, 178-179, *295*
    accesoria, *96, 167*, 170
  hepática, *40*, 272, 273, *290, 324*
  ileal, *228*
  ileocólica, *228*, 249, *252*
  ilíaca común, *40, 290*, 355, *356*
  ilíaca externa, *40, 201-202, 290, 347, 356, 370, 561*
  ilíaca interna, *40, 347*, 355, *356, 358*
  iliolumbar, 355
  intercostal
    anterior, *96*
    posterior, *90*, 95, *96*, 169, *473*
    superior, *96, 162*
    superior izquierda, *162, 167, 170, 720*
  interventricular anterior, 162
  interventricular posterior, 162
  intervertebral, 472-473, *473, 500, 504*
  labial inferior, *857*
  labial superior, *857*
  laríngea, *1029*, 1030
  lobular, *116*
  mamaria lateral, *100*
  mamaria medial, *100*
  marginal izquierda, *148*
  marginal lateral, 620, *621*
  marginal medial, 620
  maxilar, *857, 868, 995*
  mediana del antebrazo, *40*, 691, *737, 741*
  mediana del codo, *40*, 691, *693*, 739
  meníngea media, *868*
  menor, *40, 533-534*, 535, *536*, 587, 620
  mesentérica inferior, *228, 240*, 252, 253, *266, 280, 290, 325*
  mesentérica superior, *228, 240, 242*, 252, *266, 288, 293*, 322, *325*
  metatarsiana dorsal, *40*, 620, *621*
  nasal externa, *857*
  oblicua de la aurícula (atrio) izquierda, *148*, 162
  obturatriz, *356, 534*
  occipital, *871, 995*, 1004, *1004*
  oftálmica inferior, *857, 868, 902*, 905, *907*
  oftálmica superior, *857*, 858, *868, 870*, 905, *907*
  ovárica, *356*, 384
  palatina, *1034*, 1038, 1047
  palpebral inferior, *857*
  palpebral superior, *857*
  pancreática, *266*, 267
  pancreatoduodenal, *228, 266*
  paratiroidea, 1021
  paratonsilar, 1038
  paraumbilical, *201, 280*
  perforante, *534*, 535, 577, *621*, 689, *737, 741*
  pericardiofrénica, 129, *131*
  peronea, *534*, 535, *621*
  plantar, *534*, 535

Vena/s (con denominación) *(cont.)*
  poplítea, *534*, 535, *536*, *586*, 587
  porta, *40*, 230, *240*, *242*, *245*, 252, *265-266*, *269*, *271*, 272, 280-281, 298, 322, *324-325*, 356
  prepilórica, 234, *234*
  profunda de la lengua, 941, *950*
  profundas del brazo, 737
  profundas del muslo, *534*, 535, 577
  pudenda externa, *190*, 419, 422, *534*
  pudenda interna, 430, *577*, *577*
  pulmonar, *112*, *116*
    derecha, *131*, *142-143*
    derecha superior, *138*
    izquierda, *116*, *131*, *138*, *142-143*
    izquierda inferior, *138*, *142*, 178-179
    izquierda superior, *138*, *142*
  radial, *40*
  rectal inferior, *280*, *295*, *371*
  rectal media, *356*, *371*
  rectal superior, *228*, *252*, *280*, *356*, *410*
  rectosigmoidea, *252*
  renal, *293*, *356*
    derecha, *96*, *295*, *324*
    izquierda, *265*, *288*, *290*, *322*, 384
    síndrome de atrapamiento, 298
  retromandibular, *857*, 858, 858t, *915*, 995, *995*, *998*
  retroperitoneal, *280*
  sacra lateral, *356*
  sacra media, 355
  safena
    accesoria, 535
    injertos, 540
    mayor, *40*, 156, *190*, *192*, *533*, 535, *536*, *552*, *554*, *556*, 558, *561*, *621*
    traumatismos, 540-541
    venotomía, 541
  segmentarias, *116*
  sigmoidea, *228*, *252*
  subclavia
    anatomía, *40*, *89*, *100-101*, *109*, *131*, *137*, *166*, 718, *719*, *724*, *857*, *859*, *982*, *994-995*, *1011*, 1015, *1051*
    derecha, *44*, *1008*
    izquierda, *44*, *118*, 316, *1013*
    punción, 728, 1008-1009
  subcostal, 96, *96*
  sublingual, 941, *944*
  submentoniana, *857*
  supraescapular, *719*, *724*, *994-995*
  supraorbitaria, 857t, *857*, 858, *868*, *870*, *907*
  suprarrenal derecha, 296
  suprarrenal izquierda, 296
  supratroclear, 857t, *857*, 858
  temporal media, *857*
  temporal profunda, 858
  temporal superficial, *857*, 858, 858t, *995*
  testicular, *204*, *209*, *290*
    derecha, 210
    izquierda, 210, *356*
  tibial anterior, *40*, *534*, *621*
  tibial posterior, *534*, 535, 587, *621*
  tiroidea inferior, *162*, *982*, *1004*, 1020, *1020-1021*, *1029*, *1031*, 1038
  tiroidea media, *982*, *1004*, 1020, *1021*, *1029*
  tiroidea superior, *982*, *1004*, 1020, *1021*
  torácica interna, *89*, *96*, *100*, *162*, *164*, *166*
  torácica lateral, *195*
  toracoacromial, *718*
  toracoepigástrica, 195, *195*, 719
  transversa de la cara, *995*, *999*
  transversa de la cara, *919*
  umbilical, *259*, 270
    permeabilidad posnatal, 211
  uterina, *356*, 384, *384*, 388
  vaginal, *384*
  ventricular posterior izquierda, *148*
  vorticosas, *895*, 907, *907*
  yeyunal, *228*
  yugular
    anterior, *719*, *995*, *999*, *1004*, 1015
    externa, anatomía, *40*, *719*, *854*, *857*, 858, *859*, *915*, *968*, *982*, *994*, 995, *995*, *1004*, *1006*, 1007
    externa, prominencia, 1008-1009
    externa, sección, 1009
    interna, anatomía, *40*, *44*, *96*, *100-101*, *109*, *118*, *137*, *164*, 316, *719*, *724*, *857*, *870*, *918*, *925*, *944*, *986*, *993-994*, *999*, 1004, *1004*, *1013*, *1036*, *1051*
    interna derecha, *1039*
    interna izquierda, *1039*
    interna, punción, 1011
    interna, pulso, 1011
Vena/s (de regiones u órganos)
  de la cara, *857*
  de la columna vertebral, *472*, 472-473
  de la faringe, 1038
  de la fosa del codo, 743-744
  de la fosa poplítea, 587
  de la glándula tiroides, 1020
  de la laringe, 1030
  de la lengua, 941, 943, *944*
  de la mano, 782
  de la médula espinal, 504, *504*
  del antebrazo, 760-761
  de la órbita, 905, 907
  de la pared anterolateral del abdomen, 195
  de la pared posterior del abdomen, 313-316
  de la pared torácica, 95-96, *96*
  de la pelvis, 355, *356*
  de la pleura, 116-117
  de la próstata, 379
  de la raíz del cuello, 1015, *1016*
  de la región cervical lateral, 995, *995*
  de la uretra femenina, 368
  de la uretra masculina, 368, 418
  de la vagina, *384*, 389
  de la vejiga urinaria, 367
  de la vulva, 430
  de las glándulas suprarrenales, *295*, 296
  de las raíces nerviosas espinales, *504*
  de las vesículas seminales, 377
  del brazo, 737
  del conducto anal, 413-414
  del conducto deferente, 377
  del corazón, *148*, 162
  del cuello, *995*
  del cuero cabelludo, 856-858
  del diafragma, 307, *307*
  del duodeno, 241
  del encéfalo, 883
  del escroto, 418-419
  del estómago, 234, *234*
  del hígado, 272, *278*
  del intestino delgado, *245*
  del miembro inferior, profundas, 535
  del miembro inferior, superficiales, 532, 535
  del miembro superior, 689-692
  del muslo, 577
  de los conductos eyaculadores, 377
  de los dientes, 934
  de los pulmones, 116-117
  de los riñones, 295, 296
  de los uréteres, 363
  del páncreas, *266*
  del pericardio, 129
  del pie, 620, *621*
  del recto, 371
Vena/s (en general)
  articulares, 28
  colectoras, 272
  comparación con las arterias, 41
  compresión, 41
  comunicantes, *617*
  definición, 41
  función, 37, 41
  grandes, 42
  intercambiadores de calor a contracorriente, 41
  intermedias, 42
  nutrientes, 23
  satélites, 41, *41*
  sistema venoso ácigos/hemiácigos, 104, 169-170, *170*, 230, 320
  superficiales, *17*, *40*, 737
  válvulas, 41
  varicosas, 43, *43*, 288, *540*, 561
Ventana
  coclear, 967, 975
  oval, *969*, *974*
  redonda, 967, 975
  vestibular, *969*, *974*
Ventrículo/s
  del corazón derecho, 37, 135, *135*, *138*, 139-142, *143*, *161*, 178-179
  del corazón izquierdo, 37, *66*, 135, *135*, *138*, *142-143*, *149*
  del encéfalo
    cuarto, *866*, 878, *879-880*, *886*, *957*, *1022*, *1056*
    laterales, *880*, *886*
    primero, 878
    segundo, 878
    tercero, *866*, 878, *879-880*, *886*, *957*
  laríngeos, 1023, *1025-1026*
Vénulas, 37, *39*, 41
Vértebra/s
  anomalías, 463
  características, 443-444
  cervicales
    anatomía, *19*, 982-984, *983*
    atípicas, 984
    C1. V. *Atlas*

  C2. V. *Axis*
  C3-7, 444-445, *467*, *1022*
  C7, *119*
  características, 443-444
  detalles, 443-444, 446t
  luxación, 457, *457*
  típicas, 984
definición, 440
efectos del envejecimiento sobre las, 462-463
estructura, 440-443
fracturas, 477-478, 480
función, 440-443
fusión anormal, 462
láminas, 442
lumbares
  anatomía, 450-451, *454-455*
    de superficie, 452-453, *453*
  cuerpo, *291*
  estenosis, 460, *460*
  fusión anormal, 462
  L2, *442*
  L5, 451
  osificación, *454*
luxaciones, 478
osificación, 453-455
pedículos, 442
prominente, 984
torácicas
  apófisis espinosas, *77*, 84
  características, 84
  caras articulares, *77*, 84
  definición, 84
  descripción, 446
  osificación, *454*
  T1, *73*
    anatomía, 446
    fositas costales superiores, 84
  T3, *161*, 446
  T4, 178-179, 446
  T5, 178-179, 446
  T6, *77*, 178-179, 446
  T8, 178-179, 446
  T10, 84, 446
  T11, 84, 446
  T12, anatomía, *73*, *79*, 446, 448
  T12, fositas costales, *77*, 84
  variaciones, 455-456, *464*
  vascularización, *472*, 472-473
Vértex. V. *Vértice*
Vértice, 6, 829
  axila, 713, *714*
  cóccix, *452-453*, 453
  corazón, 109, 137, 138, 146, 183, 226
  lengua, 940, *950*
  nariz, 859, 965
  pulmón, *109*, 111, *128*, *183*
  rótula, *557*, *639*, 656
  sacro, 451
  seno maxilar, 963
  vejiga urinaria, *365*, 366
Vértigo, 1082
Vesícula/s
  biliar
    anatomía, *186*, 278-280
    cuello, *265*
    cuerpo, 278
    estimulación parasimpática, 65t
    estimulación simpática, 65t
    fondo, *346*
    nervios, 280
    partes, 278-280
    radiografías, *68*
    sistema linfático, *277*, 278-280
  ópticas, 897
  seminales, 345, *346*, *374*, 377, *436*
Vestíbulo/s
  aórtico, *142*, 143, *143*
  bucal, 928, *929-930*, *937*, *941*, 962
  del laberinto óseo, 970, 975
  laríngeo, 1023, *1025*, *1044*
  nasal, 955-956, *957*, *1031*
  vaginal, *386*, *428*, 430, *438*
Vibrisas, *957*
Virus de la varicela-zóster, 96
Víscera/s
  abdominales
    descripción, 183, 226-230
    fisiología, 227
    inervación, 300-305
    inervación parasimpática, 304-305
    inervación simpática, 300-301, 304
  del cuello
    capa alimentaria, 1032-1038
    capa endocrina, 1018-1021, 1039-1040
    capa respiratoria, 1021-1032, 1039-1040
  del tórax, *183*
  pélvicas
    definición, 362
    órganos urinarios, 362-368
  pleura, anatomía, *107*, 108, *112*, *115*, *118*
  pleura, nervios, *119*
Viscerocráneo, 822, *823*
Vólvulo, 224, 261
Vómer, *822*, *831*, *936*, 955
Vulva, 428, 430-433

Y

Yema perióstica, *22*
Yeyuno
  anatomía, *68*, *226*, *238*, 241
  características, *244*
  porción proximal, *244*
Yunque, *966*, 967, *970*, 971-972

Z

Zona
  orbicular, 630
  transicional de los labios, 929
Zónula ciliar, *895*, 897

La sexta edición de *Anatomía con orientación clínica* proporciona a los estudiantes de medicina y otras áreas afines la información anatómica que necesitan para su formación teórica y práctica. Este prestigioso libro de texto es célebre por su orientación clínica y su énfasis en los aspectos funcionales de la anatomía, enfoque que permite revisar el sistema musculoesquelético, por ejemplo, centrándose en la acción y la utilidad de los músculos y los grupos musculares en las actividades cotidianas.

Características

- **CORRELACIONES CLÍNICAS.** Los ya conocidos cuadros azules contienen fotografías y/o ilustraciones dinámicas en color cuyo objetivo es ayudar a los estudiantes a comprender la importancia práctica de la anatomía.
- **PUNTOS FUNDAMENTALES.** En los cuadros destacados en amarillo se resumen los conceptos principales con la intención de facilitar una revisión rápida de los contenidos.
- **TABLAS ILUSTRADAS.** Las tablas pretenden organizar de forma clara la compleja información sobre venas, arterias, nervios y otras estructuras.
- **CAPÍTULO INTRODUCTORIO.** Este exhaustivo capítulo introduce los conceptos anatómicos básicos que han de permitir entrar en cada una de las regiones anatómicas tratadas en los siguientes capítulos.
- **IMÁGENES CLÍNICAS.** Cada uno de los capítulos dedicados a regiones anatómicas concretas contiene combinaciones de imágenes clínicas/diagnósticas que familiarizan a los futuros profesionales con las técnicas de diagnóstico por la imagen.
- **ANATOMÍA DE SUPERFICIE.** Las ilustraciones muestran claramente la relación entre la anatomía y la exploración física y el diagnóstico.
- **TERMINOLOGÍA.** La traducción al castellano de la terminología es totalmente fiel a la *Terminologia Anatomica* más actual aprobada por el Federative Committee on Anatomical Terminology.

Novedades de esta edición

- Se han mejorado las ilustraciones.
- Los Cuadros azules se han agrupado para reducir las interrupciones del texto y se han añadido iconos indicativos del tipo de información clínica tratada. *(Véase lista de iconos en el prefacio.)*
- Los Puntos fundamentales se han reformulado para que sean más coherentes y útiles para los estudiantes.
- La Anatomía de superficie, que antes se trataba en cuadros específicos, se ha integrado por completo en los distintos capítulos.

Recursos *online* disponibles en thePoint

ISBN 978-84-96921-47-4

Wolters Kluwer | Lippincott Williams & Wilkins